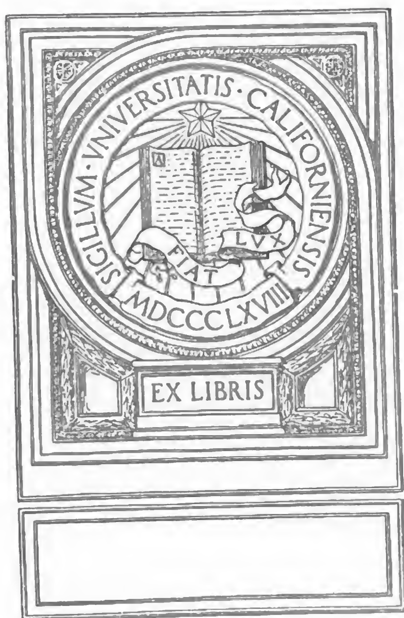
Sammlung wissenschaft... vorträge

Wilhelm Julius Förster


SIGILLVM · UNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LUX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS

SAMMLUNG

WISSENSCHAFTLICHER VORTRÄGE

VON

WILHELM FÖRSTER

PROFESSOR UND DIRECTOR DER KÖNIGLICHEN STERNWARTE IN BERLIN.

BERLIN
FERD. DÜMMLERS VERLAGSBUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN
1876.

VORWORT.

Die meisten der in vorliegender Sammlung enthaltenen Vorträge und Reden sind bereits anderweitig veröffentlicht worden. — Die gute Aufnahme, welche einigen derselben bei dem deutschen Publicum zu Theil geworden ist, hat die Anregung zu einer erneuten und zusammenfassenden Herausgabe geboten, in welcher es zugleich angezeigt erschienen ist, diejenigen nach Inhalt und Form verwandten und in mancher Beziehung ergänzenden Vorträge, welche bisher noch nicht veröffentlicht worden waren, mit aufzunehmen.

Ich gebe diese sämmtlichen Gelegenheitsproducte wesentlich unverändert und in der Reihenfolge, wie sie zur Gestaltung gelangt sind.

Da die Vorträge keinen zusammenhängenden Cyklus bilden, so wird es erklärlich gefunden werden, dass einige Gleichklänge und sogar Wiederholungen in ihnen vorkommen.

Ich glaube jedoch, dass diese Wiederholungen, welche an sich schwer oder gar nicht ausscheidbar waren, in Folge der Mannigfaltigkeit des Ausdruckes, welchen die jedesmal verschieden gestellte Aufgabe bedingt hat, nicht ungeeignet sein werden, das Verständniss der in der Sammlung dargelegten Anschauungen zu erhöhen. Insbesondere wird dies, wie ich hoffe, von dem Gesammteindruck der beiden Vorträge über Johann Keppler gelten.

Berlin, im Januar 1876.

Wilhelm Förster.
Professor und Director der Königlichen Sternwarte.

INHALT.

Seite

Die Astronomie des Alterthums und des Mittelalters im Verhältniss zur neueren Entwickelung.

Ein öffentlicher Vortrag,
gehalten im Febr. 1860 im wissenschaftlichen Verein zu Berlin.

Gegenüber der eigenthümlichen Schwierigkeit, rein astronomische Gegenstände in den Formen der öffentlichen Rede zu klarem, ansprechendem Verständnisse zu bringen, dürfte eine historische Behandlung der Astronomie ihre besonderen Vorzüge haben. Gelingt es ihr auch nicht, eine tiefere Einsicht in die Arbeit der Wissenschaft zu vermitteln, so vermag sie doch vielleicht eine freiere Aussicht über Wege und Ziel derselben zu eröffnen. Gelingt es ihr auch nicht, die Lösung der Probleme selbst befriedigender darzulegen, so vermag sie deren geschichtliche Entwickelung doch vielleicht mit soviel anklingend Menschlichem zu verweben, dass Gedächtniss und Interesse einen lebendigen Anhalt gewinnen.

Diesen Vorzügen steht aber die Schwierigkeit entgegen, dass der Astronom auf dem Gebiete der Geschichtsforschung und Sprachkunde eigentlich nur ein Gast sein kann, dass er also, so unbestreitbar seine Berechtigung und seine Befähigung ist, das innere Werden seiner Wissenschaft selbstständig forschend und gestaltend zu durchdringen, ein Wagniss begeht, wenn er seine Resultate auf dem Schauplatz der gesammten Menschheitsentwickelung, so zu sagen, in Scene setzen will.

Da nun die erschöpfende Darstellung meines heutigen Thema's ein solches Wagniss mit sich bringt, so bedarf ich als Astronom derjenigen Nachsicht des historischen Urtheils, die aus der Würdigung jener Schwierigkeiten hervorgeht.

Die Geschichte der Astronomie ist ein Feld, auf dem sich grosse Gegensätze der Anschauung geltend gemacht haben, grössere Gegensätze, als man nach der sonstigen Folgerichtigkeit und Klarheit dieser Wissenschaft erwarten sollte. Die Schuld davon trägt einerseits das Dunkel vieler Ueberlieferungen, andrerseits die eigenthümliche Leidenschaftlichkeit der Tendenzen, mit denen man vielfach bei ihrer Erforschung zu Werke gegangen ist.

Die Astronomie, als die älteste Erfahrungswissenschaft, ist nämlich in ihrer geschichtlichen Entwickelung ein überaus wichtiger Anhalt für die Geschichte des ganzen Menschengeschlechts, für die Frage von dem stetigen geistigen Fortschritt der Menschheit und für alle sittlichen und religiösen Ueberzeugungen, die mit der Beantwortung dieser Fragen in Zusammenhang stehen. Ueberall aber, wo es sich um solche Ueberzeugungen handelt, deren Hauptstärke in der Gefühlsrichtung des Individuums liegt, mischt sich ja die Leidenschaft in den Streit, und so hat sie auch aus dem stillen Bereiche der Urania nicht völlig verbannt werden können.

Als nämlich in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts Europa mit Indien und seiner Litteratur in immer nähere Berührung zu treten begann, wurden die Astronomen Englands uud Frankreichs mit Staunen gewahr, in welch hohes Alterthum die astronomischen Tafeln der Inder ihren anscheinend verbürgten Ursprung versetzten.

Ein französischer Astronom, der Indien besuchte, fand zu seiner Ueberraschung, dass die Brahminen gewisse einfache Aufgaben der astronomischen Vorausberechnung, wenn auch nicht so genau, doch schneller lösten, als er selbst.

Schon früher, im Beginn des 18. Jahrhunderts, war man durch die Jesuiten, die als Missionäre in China lebten, von dem hohen Alterthum der astronomischen Cultur des himmlischen Reiches unterrichtet worden. Die Jesuiten hatten sich dort mit Ausdauer und Gelehrsamkeit zu dem Vorsitz des mathematischen Tribunals in Peking aufgeschwungen und in dieser Stellung die Astronomie der Chinesen von Grund aus kennen gelernt. Sie fanden die sichere Ueberlieferung von einem respectabeln Stande

dieser Wissenschaft schon um das Jahr 1100 vor Christo, aber die weitere Entwickelung war so überaus langsam gewesen, dass ihnen selbst die Hülfsmittel der europäischen Astronomie eine unbestreitbare Ueberlegenheit über die chinesischen Astronomen sicherten.

Alle diese Erinnerungen an ein hohes Alterthum astronomischer Cultur, welchem zum Theil keine entsprechende Entwickelung gefolgt war, trafen in Europa in eine Zeit, wo die Astronomen, durch Newton und Leibniz im frischen Besitz eines neuen und folgenreichen Naturgesetzes und eines neuen und fruchtbaren mathematischen Calcüls von der Vergangenheit anscheinend fast völlig emancipirt und von der Schätzung alter Leistungen abgewandt waren.

Um so grösser war der Eindruck jener Nachrichten auf einzelne anders geartete Geister.

In Frankreich traf er zusammen mit einem Ueberdruss an der verderbten modernen Cultur der Zeit und mit einer Sehnsucht nach dem goldenen Zeitalter eines entschwundenen glücklichen Naturzustandes der Menschheit, welcher Rousseau so beredte Worte geliehen hat.

Unter solchen Eindrücken entstand ein Geistesproduct, welches zu den merkwürdigsten seiner Zeit gehört, die Geschichte der Astronomie von Bailly, dem Mann, den später in der Revolution als Maire von Paris ein so tragisches Schicksal traf.

Mit grosser historischer und astronomischer Gelehrsamkeit ausgerüstet, aber leider von einer unkritischen Vorliebe für romantische Lieblingsideen geleitet, versuchte Bailly in diesem Werke nachzuweisen, dass man in der astronomischen Cultur der ältesten Völker nicht die Keime einer werdenden, sondern die Trümmer einer entschwundenen Wissenschaft erkennen müsse, dass ein mit hoher Vollkommenheit ausgestattetes Urvolk, Kindheit und Reife der Menschheit verbindend, zugleich mit seiner Cultur durch eine Katastrophe verschwunden sei, und der spätere Zustand des Suchens, Strebens und Forschens nur als mühsamer Aufbau auf den wenigen geretteten Trümmern der alten Weisheit erscheinen könne.

Das Buch hatte einen bedeutenden Erfolg und gewann erklärlicher Weise eine gläubige Anhängerschaft von Laien und Gelehrten,

so dass, als nun in langsamerer Nachfolge die nüchterne Forschung sich regte, jene Voraussetzungen und Folgerungen zu zersetzen begann und besonders das Alterthum und den Offenbarungscharakter der indischen Astronomie stark in Zweifel zog, sich ein Widerstand gegen sie erhob, der durch seine Leidenschaftlichkeit selbst ruhige Forscher, wie den Engländer Bentley, den tüchtigen Kenner der indischen Astronomie, völlig aus dem Gleichgewicht brachte. Die zum Widerspruch gereizte Forschung fing an, nicht blos kritisch zu verfahren, sondern zu kritteln. Nach der Vernichtung der Illusionen gab sie sich einer Bitterkeit gegen das Alte, maasslos Vergrösserte hin, welche auch ihr den klaren Blick für das wahre Gesetz des Werdens raubte und sie in der Geschichte vielfach nur ein Gewebe verdriesslicher Irrthümer erblicken liess, wo das hellere Auge einen Organismus freier und natürlicher Entwickelung zu grossen Zielen erkennt.

Diese leidenschaftlichen Gegensätze sind jetzt zur Ruhe gelangt, man überschätzt oder unterschätzt die Leistungen der Vergangenheit nicht mehr, sondern man hat begonnen, sie zu würdigen und nachgestaltend zu verstehen.

Dennoch ist in der kritischen Richtung, welche die romantische gänzlich verdrängt und der natürlichen Geschichte der Menschenentwickelung wieder den Boden geebnet hat, noch immer eine gewisse Strenge gegen die Irrthümer der Alten zurückgeblieben, welche bei näherer Prüfung ungerechtfertigt erscheinen muss.

Das Verhältniss der Astronomie des Alterthums und des Mittelalters zur neueren Entwickelung ist nämlich am natürlichsten und treffendsten zu vergleichen mit der Reihenfolge der geistigen Vorgänge bei einer einzelnen wissenschaftlichen Untersuchung.

Sowie bei dieser der Irrthum eine unumgängliche Phase der Wahrheitsentwickelung ist, sowie nach der sorgfältigen, tendenzlosen Auffassung der Erfahrung die vorläufige Annahme unerwiesener Erklärungen, sodann die Erprobung oder Widerlegung derselben an der bewussteren Erfahrung in einzelnen Untersuchungen die richtigen Stadien der Erkenntniss bilden, so hat auch in der Geschichte der Astronomie der Irrthum ganzer Entwickelungsperioden seine volle

Bedeutung als ein nothwendiges Stadium des grossen Erkenntnissprocesses der Wissenschaft.

Wir verkennen aber leicht die grosse Analogie der geschichtlichen Entwickelung mit der des einzelnen Erkennens bei der Betrachtung der Irrthümer ganzer Generationen einmal vielleicht, weil es uns dunkel schmerzt, den Process der Wahrheit sich nicht schon im Individuum vollziehen zu sehen, dann aber, weil der wissenschaftliche Irrthum in der That in den weiteren Kreisen des Geisteslebens, die er allmälig durchdringt, eine ganz andere Gestalt annimmt, als die, unter welcher er von den grossen Forschern selbst ausgesprochen wurde.

Während er im Innern der wissenschaftlichen Entwickelung fast stets den entwickelungsfähigen Charakter der vorläufigen, wahrscheinlichen Annahme getragen hat, für welche man von der eigenen Arbeit und von der der Zukunft die Erprobung erwarten musste, nahm der Irrthum in den weiteren Kreisen der Schule und in den noch weiteren des Lebens von jeher den Autoritätscharakter der hartnäckigen, unumstösslichen und anmaasslichen Behauptung an, welche durch den Contrast roher Sicherheit mit innerer Schwäche allerdings unsern Verdruss erregen mag.

Im Bereich der Wissenden und Wirkenden hatte die Wissenschaft im Ganzen und Grossen ein stilles stetiges Wachsthum, aber in dem weiteren Bereich des allgemeinen Geisteslebens, welchen die Wissenschaft nur mit dem vorübergehenden Inhalt ihrer augenblicklichen Resultate zu erfüllen vermochte, wurden die anschaulichsten Elemente dieses Inhalts starr und erregten, wenn der rastlose und unbemerkte Fortschritt der Wissenschaft später ihre Neu- und Umbildung verlangte, durch ihre Starrheit und durch ihre Verbindung mit dem Fühlen der Menschen die gewaltigen Conflicte der Meinungen, welche das ruhige Verständniss der Entwickelung gefährden.

Das beste Beispiel für die Unterscheidungen, welche in dieser Auffassung der Geschichte der Wissenschaft liegen, kann die eigenthümliche Bedeutung des Aristoteles in der Entwickelung des Alterthums und des Mittelalters abgeben.

Dieser grosse Forscher des Alterthums hatte in seinen naturwissenschaftlichen Werken für die ihm bekannten astronomischen und physikalischen Erscheinungen ein System menschlich-wahrscheinlicher Erklärungen aufgenommen, welche im Allgemeinen noch weit entfernt von der Wahrheit sind.

Dennoch stellen sie in ihrer Gesammtheit eine überaus grossartige und wichtige Summe naturwissenschaftlicher Kenntniss und Anregung dar und haben im Einzelnen, zumal in der Astronomie, einen entschiedenen Einfluss auf die folgerichtige und gesunde Entwickelung der Wissenschaft gehabt, weil sie die Erkenntniss enthielten von dem, was augenblicklich Noth that, und weil ihre strenge Form die Bestrebungen zu concentriren half.

Die Bedeutung und das Ansehen einer so grossen wissenschaftlichen Erscheinung verbreitete sich natürlich in den folgenden Jahrhunderten in immer weiteren Kreisen und mächtigeren Wellen, und das Gefühl dieser grossen Gemeinsamkeit der Wirkung trug dazu bei, dem Aristoteles das Ansehen eines Gesetzgebers der Natur zu verleihen, da er doch nur ein eifriger Diener ihrer Erkenntniss gewesen war. Die Araber und die Scholastiker des Abendlandes schwuren auf seine Doctrinen und lange schien er das erreichte Endziel der Naturerkenntniss.

Inzwischen war die Astronomie auf dem Wege ruhiger Erprobung der Hypothesen von der ruhenden und centralen Stellung der Erde, die auch Aristoteles als die wahrscheinlichsten aufgestellt hatte, zu dem Puncte gelangt, wo sie mit Hülfe der jahrhundertelangen Beobachtungen, die seit Aristoteles und nach Aristoteles' Aufforderung angestellt waren, beweisen konnte, dass die Ansichten des grossen Mannes irrig seien.

Da ward nun Aristoteles das Feldgeschrei des erbitterten Widerstandes der alten Meinungen, aber nicht der ruhige griechische Forscher selbst, sondern nur der pedantisch und starr aufgefasste Lehrer des autoritätsbedürftigen Mittelalters, welches mit seinem endgiltigen Ansehen den Boden unter den Füssen zu verlieren glaubte, weil das Herz der Menschen an den dürftigen Resultaten hing und den Reichthum der inneren Entwickelung nicht ahnte.

Und so ward nach dem Siege der neuen Ansicht Aristoteles

als der scheinbare Vertreter des kurzsichtigen und hartnäckigen Irrthums bis in die neueste Zeit von den Eiferern des Fortschritts gering geschätzt, ja man ging so weit, zu glauben, dass die wahre Schlussweise der Erfahrungswissenschaften, die Induction, erst ein Eigenthum der neueren Forschung sei, eine Schlussweise, die doch von Babylons uralten Astronomen an in geläufigem Gebrauche war und für die man schon in der Astronomie des Ptolemaeus die treffendsten Beispiele findet.

Schlussfehler sind in der gegenwärtigen Forschung eben so unvermeidlich, wie sie es bei den Alten waren.

Wir haben allerdings jetzt schneller und sicherer den Prüfstein dafür in der schärferen Erfahrung, besonders im systematischen Experiment, wozu den Alten die Technik und vielleicht auch das Bedürfniss fehlte, da ihnen meistens noch das menschlich Wahre genügte. Aber in der Astronomie ist die Beobachtung ganzer Jahrhunderte ein einziges Experiment und Aristoteles konnte diese Erprobung seiner unvollkommenen astronomischen Schlüsse nur den Jahrhunderten anvertrauen, die sie dann auch leisteten.

Sehen wir nun, im Gegensatz zu den übertrieben heftigen Verurtheilungen des alten Systems, wie sich Copernicus selbst, der grosse Verkünder der neuen Welterklärung, zu dem Aristoteles stellt.

Wir finden darüber vollen Aufschluss in einem überaus wichtigen und merkwürdigen Briefe, in welchem der Wittenbergische Professor Rhaeticus, der als Schüler nach Copernicus' Wohnsitz, Frauenburg, gegangen war, mit der schüchternen Erlaubniss des Lehrers, der Welt die erste Kunde von der neuen Wahrheit geben durfte.

Copernicus hält sich alle Aeusserungen des griechischen Philosophen vor Augen, in welchem derselbe ein Bedürfniss nach der Fortentwickelung der Wissenschaft ausspricht, im Gefühl der Unzulänglichkeit eigener willkührlicher Annahmen denjenigen glücklich preist, der zwingendere Annahmen, genauere Nothwendigkeiten zur Erklärung der Erscheinungen auffinden würde, endlich als künftige Richterin die Erfahrung anerkennt, indem er sagt, vollkommen wahr sei das, was das Künftige so voraussage, wie es eintreffe.

Natürlich verschwindet hier aller Streit der Meinungen, dankbar empfängt Copernicus aus der Hand der Alten, was sie geben konnten und ist beglückt bei dem Gedanken, dass das, was er gefunden, nur eine höhere Erfüllung des tiefen Bedürfnisses sei, welches das Erkenntnissstreben der Alten auch bei ihrem nicht so dankbaren wissenschaftlichen Tagewerke belebend und fördernd beseelt hatte.

Und der grosse und stürmische Conflict der Meinungen, der in den weiten Wellen des Lebens sogar die heilige Inquisition in Thätigkeit setzte, ist hier von Aristoteles zu Copernicus ein ruhiger Strom still und stetig wachsender Erkenntniss.

In dem Sinne dieser Anschauungen, für die wieder Humboldt's Kosmos das schönste Vorbild ist, muss man das Verhältniss der Astronomie des Alterthums und des Mittelalters zur Neuzeit betrachten, wenn man die Irrthümer verstehen und das Gesetz des Werdens erkennen will, welches in ihrer Geschichte verkörpert ist.

Ich bin natürlich weit entfernt, zu glauben, dass ich dieser Aufgabe hier irgendwie gerecht werden könnte.

Indessen will ich doch versuchen, Ihnen zum weiteren Belege jener Auffassungsweise eine Skizze der Gesammtentwickelung der Astronomie bis zu Copernicus zu entwerfen, welche die wichtigsten Momente hervorheben soll, ohne dass sie natürlich die Fülle der Einzelheiten irgendwie zu gestalten vermöchte.

Die Astronomie der ältesten Culturvölker ist in ein gewisses Dunkel gehüllt, das die unvollkommene Ueberlieferung nur an einzelnen Stellen gelichtet hat. Indess vermögen wir doch aus allem Ueberkommenen mit einer gewissen Sicherheit zu entscheiden, bis zu welchem Punkte die Astronomie des hohen Alterthums gelangt ist. Und nur diese verbürgten astronomischen Endresultate will und kann ich hier kurz zusammen fassen.

Die älteren Geschichtsschreiber der Astronomie beginnen gewöhnlich mit der Frage, bei welchem Volke der Ursprung der Astronomie zu suchen sei.

Bailly hat diese Frage sogar bis in das Gebiet der astronomischen Mythen verfolgt, die allerdings eine gewisse Realität haben, aber wohl nicht im Gedächtniss und in der Ueberlieferung, sondern

in dem tiefen Causalitätsbedürfniss des menschlichen Geistes, welches das Dunkel mit typischen Gestalten der Einbildungskraft erfüllt und diesen naturgemäss stets einen idealen Charakter verleiht.

Es ist höchst wahrscheinlich, dass die Wissenschaft aus der einfachsten Sinneswahrnehmung heraus sich überall da selbstthätig entwickelt hat, wo im Bereich fruchtbarer Flussthäler oder milder Küstenstriche ein reicher und vielgestaltiger Verkehr sich entfaltete und das Bedürfniss nach einer geordneten Zeitrechnung hervorrief, deren Organ allein die himmlischen Bewegungen sein konnten.

Rechnet man die frühe religiöse und rituelle Bedeutung der grossen Himmelserscheinungen hinzu, welche der Kenntniss ihrer Wiederkehr den Zauber einer geheimnissvollen Macht über die Geister der Unkundigen gab und damit die Astrologie hervorrief, so hat man eine Anschauung von dem Ursprung und der äusseren Geschichte der ältesten astronomischen Entwickelung.

So haben die Weisen der Chinesen, Chaldäer, Inder, Aegypter mehr oder weniger unabhängig von einander in der Wahrnehmung der wichtigsten und augenscheinlichsten Bewegungen der Himmelslichter, in der geordneten Aufzeichnung der Phänomene und in der Kenntniss ihrer Wiederkehr schon in uralten Zeiten Bewundernswerthes geleistet.

Aber weit entfernt, dass diese Leistungen auf ein Urvolk von gelehrten Astronomen zurückweisen, zeigen sie der ruhigen Betrachtung aufs Allerdeutlichste ihren Ursprung aus den einfachsten Operationen der Sinne und des Geistes, indem der frühste und grösste Theil jener Leistungen nur das Auge und das Gedächtniss als Instrumente voraussetzt. Dagegen tragen sie allerdings einen eigenen Charakter menschlicher Grösse durch den Jahrhunderte erfüllenden, stetigen aussichtslosen Fleiss und durch das ungemein grossartige und erhebende Zusammenwirken langer Generationenfolgen zu einheitlichen, geordneten Zwecken der Aufzeichnung.

Allmälig ordnete und verschärfte man die natürlichsten Sinneswahrnehmungen mit Hülfe der einfachsten Apparate, z. B. einer Schattensäule, des Gnomon, aus deren im Laufe des Tages und des Jahres sich ändernden Schattenlänge die Veränderungen der

Stellung der Sonne zum Horizonte und die Wiederkehr der Jahre genauer bestimmt wurden.

Die ältesten verbürgten Beobachtungen solcher Art besitzen wir von den Chinesen um das Jahr 1100 v. Chr. Tscheu-Kong, ein kaiserlicher Prinz, bestimmte um diese Zeit die Lage der scheinbaren Sonnenbahn zu dem Horizonte der damaligen Reichshauptstadt Lo-Yang mittelst der Schattensäule und fand Resultate, die eine interessante Uebereinstimmung mit gewissen Folgerungen der neueren, genauen Theorie der scheinbaren Sonnenbewegung oder Erdbewegung zeigen, was Laplace nachgewiesen hat.

Ausserdem hatten die Chinesen notorisch eine gewisse Fertigkeit im Voraussagen der Tage, an denen Finsternisse eintreffen sollten, erlangt, ohne dass wir dabei an irgend welche theoretische Kenntniss der Bewegungen von Sonne und Mond zu denken brauchten, vermöge deren wir jetzt die Finsternisse innerhalb der Minute vorherzubestimmen vermögen.

Es giebt nämlich in der Wiederkehr der Mondfinsternisse eine genähert richtige Periode von 18 Jahren und 11 Tagen, innerhalb deren sie etwa in derselben Reihenfolge und Grösse wieder eintreffen.

Fortgesetzte Aufzeichnungen mussten früh diese für die Förderung der frühsten Erkenntniss hochwichtige Periode entdecken und zu kurzer Vorhersagung dienstbar machen.

In den Sonnenfinsternissen ist diese einfache Regel verdunkelt durch die mehr zufällige Wirkung, welche für einen bestimmten Ort die veränderliche Höhe beider Gestirne über dem Horizonte auf die Möglichkeit einer Verfinsterung ausübt. Indessen konnte jene Periode doch dazu dienen, die nahe Möglichkeit auch einer Sonnenfinsterniss vorherzusagen.

Traf sie ein, so waren die feierlichen Gebräuche, die ihr am chinesischen Hofe vorhergingen, gerechtfertigt, traf sie nicht ein, so konnte man wähnen, ihre Erscheinung, die, wie andere grosse Himmelserscheinungen, als ein Tadel und ein schlimmes Vorzeichen für die Regierung galt, sei durch die Ceremonie glücklich abgewandt worden.

Bei aller Kenntniss der wichtigeren Phänomene, und bei aller

Technik fehlte aber den Chinesen eine tiefere Ausbildung der Mathematik. Höchstwahrscheinlich lösten sie die vorkommenden astronomischen Aufgaben auf die sogenannte graphische Weise, d. h. mit Hülfe von Zeichnungen und Modellen.

Dem entsprechend gebrach es ihnen an jeder Theorie, an jedem Versuche wissenschaftlicher Erklärung für die von ihnen deutlich bemerkten Bewegungen der Himmelslichter, und sie sind bis zum heutigen Tage nur durch fremde Zuflüsse ein wenig weiter gelangt.

Einen etwas höheren Standpunkt astronomischen Wissens haben wohl die Chaldäer erreicht. Dieselben sind bekanntlich nach der Meinung der meisten Gelehrten kein Volk, sondern ein in Babylon ansässiger Priester- und Seherstamm, vielleicht der Rest eines älteren Volkes, gewesen, dessen Einfluss und Sprache sich dort unter den verschiedensten Herrschaften in merkwürdiger Beständigkeit fast bis zum Zuge Alexander's behauptete.

Sie haben von den Thürmen der Tempel aus die Bewegungen des Mondes, der Sonne und der Planeten Jahrhunderte lang mit Sorgfalt verfolgt, haben die Umlaufszeiten ermittelt und sind für die Mondbewegung, wie wir aus dem deutlichen Zeugnisse der Griechen wissen, zu einer Kenntniss der verwickelten Umlaufsperioden dieses Gestirns gelangt, welche die Grundlage der griechischen und unserer eigenen Mondstheorie geworden ist.

Sie haben ferner auch die Periode der Wiederkehr der Mondfinsternisse mit Sicherheit gekannt und ihre Beobachtungsverzeichnisse sind nach dem Zuge Alexander's des Grossen in die Hände der Griechen gekommen, durch welche wir selbst in den Besitz einer guten Anzahl babylonischer Beobachtungen gelangt sind.

Die frühsten derselben, die von den Griechen benutzt werden konnten, weil früher herauf die babylonische Zeitrechnung nicht sicher genug erschien, fallen um das Jahr 720 (mehr als 100 Jahre vor der Zerstörung von Ninive).

Diese Beobachtungen, übrigens höchst einfache Aufzeichnungen des Tages und der Stunde von Mondfinsternissen mit Angabe der Grösse und der Lage des verfinsterten Theils der Mondscheibe, sind durch ihr hohes Alter noch jetzt von grosser Wichtigkeit für die

Kenntniss einer langsamen Verminderung der Umlaufszeit des Mondes, und so reichen sich sogar des uralten Babylons geheimnissvolle Seher und die grossen Astronomen des 19. Jahrhunderts die Hände im Bunde wissenschaftlichen Zusammenwirkens.

Was die Astronomie der Inder betrifft, so hat sich zwar das hohe Alterthum ihrer astronomischen Tafeln als eine ihnen eigenthümliche, zu religiösen Zwecken dienende Fiction herausgestellt, deren Ursprung höchst wahrscheinlich mehrere Jahrhunderte nach Christo zu setzen ist.

Jedoch geht die astronomische Kritik zu weit, wenn sie in Folge dessen die astronomische Cultur der Inder des Charlatanismus anklagt.

Bei einem Volke, dessen philosophischen und mathematischen Tiefsinn alle Kenner seiner Litteratur staunend bezeugen, können wir aus dem Mangel von sehr alten positiven Dokumenten ihrer astronomischen Leistungen höchstens schliessen, dass kein so regelmässiges oder so allgemeines System von Aufzeichnungen dafür vorhanden gewesen ist, wie bei Chinesen und Chaldäern.

Völlig gewiss ist aber, dass die mathematischen Entdeckungen der indischen Weisen auf die nachgriechische Entwickelung der Astronomie von allergrösstem Einfluss gewesen sind.

Der gegenwärtige Zustand der indischen Astronomie, der ein Gemisch von indischen, griechischen und arabischen Elementen ist, charakterisirt sich durch einen hoch entwickelten Gedächtnissapparat.

Die Rechnungsvorschriften sind ohne besondere Genauigkeit und ohne alle Erklärung in festgeordnete Gedächtnissregeln und glückliche Zahlenverbindungen gebracht, die dem gelehrten Hindu, in gewissen rohen Rechnungen, für welche die alten Theorien hinreichen, eine Art von Ueberlegenheit über den Europäer geben, der ohne seine Bücher und Tafeln nicht viel kann, aber mit seinem wissenschaftlichen Apparat ganz andere Dinge ausführt.

Die Astronomie der alten Aegypter endlich hat uns zwar aus frühen Zeiten keine Beobachtungen hinterlassen, die den Leistungen der Chinesen und besonders der Chaldäer entsprächen; indessen ist ihre geordnete Kenntniss der himmlischen Bewegungen durch

einzelne chronologische und astronomische Einrichtungen sachlich und durch den Mund der Griechen ausdrücklich bezeugt.

Unschätzbar ist aber die Bedeutung der astronomischen Cultur der Aegypter geworden durch die directe Belehrung und die fruchtbare Anregung, die das Griechenthum ihnen verdankt.

Durch die Griechen sollte nämlich der grosse, geistige Fortschritt vollzogen werden, zu dem der ruhige Fleiss des hohen Alterthums allmälig die Vorbereitungen geliefert hatte.

Während die Astronomie des Urvölker nur bis zur Kenntniss der himmlischen Bewegungen gelangt war, sollten die Griechen die ersten Schritte zur Erkenntniss thun.

Die Kenntniss ist aber die nothwendige Voraussetzung der Erkenntniss, und dass die Griechen, welche gegenüber dem tiefernsten Sammelgeiste der alten Priesterschaften ein durchaus junges und kenntnissloses Geschlecht waren, allgemach aus den zögernden Händen der alten Seher Babylons und Aegyptens die Resultate der geordneten Mühe von Jahrhunderten empfingen, ist eine der schönsten Erscheinungen in dem herrlichen planvollen Zusammenwirken menschlicher Geisteskräfte.

Hatte sich die älteste Astronomie gegenüber vielen Unregelmässigkeiten der himmlischen Bewegungen bei der Kenntniss der regelmässigen Wiederkehr derselben beruhigt, hatte sie ein Genüge gefunden in ihren Hauptresultaten, der Kenntniss von Umlaufperioden, und hatte sie somit den rhythmischen Eindruck der Wiederkehr für das Bild der Erklärung genommen, so brachten die Griechen dem Kenntnissschatz der Alten eine kecke kindliche Neugier und eine speculative Frische des Verstandes entgegen, die sich bald in einer Menge von Theorieen und Welterklärungen kund gab.

Ein sprechendes Beispiel hiefür ist ein Begegniss Herodot's in Aegypten.

Herodot, von der Regelmässigkeit der Nilüberschwemmungen und ihrem Zusammenhange mit dem Sonnenstande in Erstaunen gesetzt, fragte die ägyptischen Priester nach dem inneren Zusammenhange der Erscheinung. Er fand keine Auskunft.

Zwar hatten die Aegypter seit vielen Jahrhunderten die Erscheinung verfolgt, das Gesetz ihrer Wiederkehr kennen gelernt,

ihren Culturkalender danach geregelt, aber das Wesen der Erscheinung selbst hatten sie, wie den Pulsschlag des Herzens, wie eine göttliche Manifestation des Weltlebens gläubig hingenommen, ohne eine mechanische Erklärung zu suchen.

Der Grieche Herodot aber, der die Sache nicht auf sich beruhen liess, erhielt später in Griechenland 3 Erklärungen und fügte eine eigene hinzu, und alle tragen mindestens den Charakter einer lebendigen Gabe der Hypothesenaufstellung.

Das Griechenthum hatte mit der heitern Beweglichkeit seiner Phantasie den düstern Bann der gewaltigen Naturmächte gebrochen, unter deren göttlichem Walten die alten Priesterschaften zwar als Kenner und Dolmetscher der Erscheinungen Macht und Einfluss gewonnen, aber auch die Schranken ihres Erkennens gefunden hatten.

Schöne Gebilde menschlicher Kunst erfüllten die Welt, nur der Zauber des Geheimnisses war dem Naturleben geblieben, der Schrecken entflohen.

So waren die Griechen, als die wahren Begründer des menschlichen Optimismus, trefflich bereitet die freie Erkenntniss der Welt zu beginnen.

Eine der frühsten ihrer wissenschaftlichen Abstractionen freier und kühner Art war die Lehre von der Kugelgestalt der Erde.

Schon die Chinesen hätten aus den astronomischen Messungen, die sie zu geographischen Zwecken in verschiedenen Theilen ihres weiten Reiches ausgeführt hatten, zu jenem wissenschaftlichen Schlusse gelangen können.

Näher noch kamen die Chaldäer, von denen es gewiss ist, dass sie, lange vor den Griechen, sich bewusst waren, bei Mondfinsternissen den Mond in den Schatten der Erde treten zu sehen. Ja, vielleichst ist hier der frühste Keim jener Erkenntniss zu suchen. Noch wichtiger aber wurden die grossen Handelsreisen der Phönicier, die von der Westküste Afrika's bis zu den Faröer-Inseln von dem wechselnden Anblicke des Sternenhimmels betroffen werden mussten. Sie sahen, nach Norden fahrend, die Sterne des Nordens aufsteigen, die Sterne des Südens versinken, sie mussten auf langen Fahrten von West nach Ost und umgekehrt erkennen, dass die Sonne über dem Horizont der westlichen Orte später erschien; sie sahen das

Aufsteigen der fernen Berge aus dem Meeresschoosse, und es gab nur eine Lösung für die Fülle dieser räthselhaften Erscheinungen, eine nach allen Richtungen hin krumme Oberfläche der Erde.

Die Griechen, Theilnehmer und Erben der Phönicier im Welthandel, sprachen aber diese Ideen zuerst in wissenschaftlicher Form aus, ja noch mehr, sie stellten an verschiedenen Punkten Messungen über die Krümmung und den Umfang des Erdkörpers an und eröffneten so wenigstens mit Bewusstsein die strengwissenschaftliche Prüfung der Annahme von der Kugelgestalt, eine Prüfung, welche nach einer 2tausendjährigen Pause endlich seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts dahin entschieden ist, dass die Erde zwar keine vollkommene Kugel, aber für die meisten Aufgaben der Astronomie als eine solche zu betrachten ist.

Weiter fortschreitend in der Bahn der Welterklärung fassten die griechischen Philosophen die Stellung der Erde unter den Gestirnen in das Auge.

Dem Anscheine nach lag die Erde in dem Mittelpunkt der Sternsphären, die sie in täglichem Umlaufe umkreisten.

So ward ihre Stellung auch von der Mehrzahl der griechischen Philosophen aufgefasst.

Doch gab es eine Philosophenschule von einer merkwürdigen Grösse der Einbildungskraft, die pythagoräische, welche zu einer andern Idee von der Stellung der Erde gelangte.

In Verbindung mit ihren schönen Entdeckungen in der Geometrie und in den einfachen Zahlenverhältnissen der musikalischen Harmonieen hatten die Pythagoräer eine Philosophie der Symmetrie und Harmonie, der geometrischen und arithmetischen Symbolik ausgebildet, welche ihnen diese dunkle und unvollkommene Erde mit der verwirrenden Menge ihrer unerklärten Erscheinungen als etwas schlechteres erscheinen liess, wie die leuchtenden Regionen des himmlischen Aethers, wo reinere Form und höhere Wohlordnung zu wohnen schien.

Deshalb, schlossen sie, könne die Erde nicht die Mitte einnehmen, die Mitte gebühre dem reinsten, dem geistigsten Elemente, dem Feuer. So setzten sie das heilige Feuer, die Hestia, in die Mitte der Welt.

Natürlich musste sich nun die Erde auch um das Centralfeuer bewegen, denn Ruhe konnte nur im Mittelpunkt sein.

Hierbei konnte man bemerken, dass durch eine 24stündige Bewegung der Erde um das Centralfeuer dem fernen Sternenhimmel der schnelle tägliche Umschwung erspart bleiben könne, indem die Bewegung der Erde einfacher dasselbe Phänomen hervorbringe. Dem Sternenhimmel selbst konnte man eine sehr langsame, fast unmerkliche eigene Bewegung, die Praecessionsbewegung, lassen, für die schon in der ältesten Astronomie Spuren vorhanden waren.

Zugleich aber mit der Erde bewegte sich nach pythagoräischer Annahme eine Gegenerde um das Feuer, sei es um eine symbolische Zehnzahl von Himmelskörpern zu füllen, sei es, um der Erde den Anblick des heiligen Feuers zu verdecken.

Dies ist die älteste pythagoräische Ansicht von der Stellung der Erde als Himmelskörper, das sogenannte philolaische System.

Man erkennt hier noch an dem phantastischen Charakter des ganzen Systems deutlich dessen Ursprung aus einer begeisterten Einbildungskraft, und es ist keinerlei Grund vorhanden, hier an eine Offenbarung der ganzen Wahrheit aus ferner Urzeit zu denken.

Die ganze Symbolik trägt vielmehr den Charakter des Keims einer neuen, wie des Ueberbleibsels einer alten Wahrheit.

Und völlig natürlich, wenngleich auf dem üppigen Boden des Griechengeistes mit wunderbarer Schnelle, hat sich dieser Keim entwickelt.

Zunächst setzten die Nachfolger jener Philosophie Erde und Gegenerde zusammen, das belebende Feuer in die Mitte und machten so aus der Bewegung um das Feuer die 24stündige Drehung der Erde um ihre Achse.

Ja, noch mehr, man gab nun der Erde eine jährliche Bewegung um ein anderes Centralfeuer, die Sonne, und Aristarch von Samos begann, nach dem Zeugnisse des Archimedes, bereits aufs Rüstigste die Einwürfe zu widerlegen, welche sich gegen diese kühne Idee erhoben.

Da auf einmal macht diese mächtige griechische Entwickelung der Wahrheit Halt, als ob der Geist sich einer Uebereilung besinne,

als ob er vom Fluge auf ruhigere Bahnen schrittweiser Erkenntniss zurückkehre.

Und in der That hatte der Flug den griechischen Geist zu weit getragen. Noch lange Jahrhunderte ruhiger astronomischer Forschung mussten dahingehen, ehe die Wissenschaft die Mittel in den Händen hatte, die Wahrheit jener Idee zu prüfen.

Bis dahin konnte die Verwegenheit jenes Gedankens nur ein äusseres Hemmniss der Wissenschaft sein, wie sie es sogar später noch wurde, und konnte ihrer innern Entwickelung nur unmerkliche Vortheile gewähren.

Dennoch bleibt es ein wunderbarer Anblick, wie hier der griechische Geist aus dem Füllhorn seiner Begabung ein Saatkorn streut, für welches erst nach langer, geistiger Arbeit der Völker die Zeit des Aufgehens und der Reife anbrechen sollte, als dem jungen Copernicus in Italien die alten Visionen der Pythagoräer den Geist bewegten und schnell das Bild des neuen Weltbaus in ihm schufen.

Besonnenen, langsamen Schrittes war neben jenen kühnen, pythagoräischen Speculationen die astronomische Forschung fortgeschritten, und das Ansehen des alten Meisters der Forschung, Aristoteles, hatte gerade in diesem Zeitpunkt durch die strenge Form, welche er den wissenschaftlichen Fragen gab, am Meisten dazu beigetragen, der frühen Lehre von der Bewegung der Erde Halt zu gebieten.

Anstatt der Frage von der Stellung der Erde unter den Gestirnen wurden mit Recht nähere Fragen hervorgehoben, welche streng und vorsichtig da anknüpften, wo das hohe Alterthum die Kenntniss der Himmelserscheinungen gelassen hatte.

Als nächste Aufgabe also ward die Erklärung der scheinbaren Unregelmässigkeiten der Bewegungen aufgestellt, die von den ältesten Astronomen ihren grossen Zügen nach constatirt waren.

Die regelmässigste Form der Bewegung war die der Fixsterne, welche dem Anschein nach in 24 Stunden um die Achse der Weltkugel, deren Mittelpunkt die Erde zu sein schien, kreisförmige Bahnen beschrieben.

Mit dieser Wahrnehmung ward die Kreisform der himmlischen

Bewegungen die natürlichste Annahme für ihr Grundgesetz, und es entstand zunächst die wissenschaftliche Forderung, auch die unregelmässigen Bewegungen der unter den Fixsternen wandelnden Gestirne auf die Kreisbewegung als Grundform der Erklärung zurückzuführen.

Gelang dies, ohne die Erde aus ihrer ruhenden Centralstellung zu versetzen, welche ein so unanfechtbares Resultat der Sinneswahrnehmung schien, so mussten die Ideen der Pythagoräer als blosse Hirngespinste erscheinen.

Führte jener Weg nicht zum Ziel oder führte er zu immer grösserer Unwahrscheinlichkeit der Annahmen, dann erst konnte die Frage sein, ob eine kreisförmige Bewegung der Erde selbst um die Sonne die Erklärung erleichtere.

Also die Erklärung der Bewegungen der wandelnden Gestirne durch Zusammensetzung regelmässiger Kreisbewegungen um die ruhende Erde wurde nach der Mahnung des Plato und Aristoteles, unbekümmert um die pythagoräischen Ahnungen, die Aufgabe der grossen astronomischen Schule von Alexandria, die bekanntlich von 300 vor bis mehrere Jahrhunderte nach Christo blühte und die grossen Namen Eratosthenes, Apollonius, Hipparch und Ptolemaeus aufwies.

Zur Lösung derselben Aufgabe hatte auch das hohe Alterthum, über den vorhin geschilderten allgemeinen Charakter seiner Geistesthätigkeit hinausstrebend, zwei Versuche der Erklärung gemacht, deren Eigenthümlichkeit aber gerade den Fortschritt der Griechen in noch helleres Licht setzt.

Nach ziemlich verbürgten Angaben hatten die Aegypter zur Erklärung der eigenthümlichen Bewegungen des Mercur und der Venus richtig angenommen, dass sie beide sich mit der Sonne bewegten und dabei um dieselbe kreisten.

Die alexandrinische Schule musste aber diese Idee gänzlich aufgeben, weil bei genauerer, mathematischer Betrachtung für den Mercur sich die Unmöglichkeit ergab, die Sonne als den Mittelpunct seiner Bahn anzusehen und damit auch für die Venus die Wahrscheinlichkeit wegfiel.

Die Bahn des Mercur ist nämlich so stark elliptisch oder

länglich, dass die Griechen die verschiedenen Winkel, unter denen wir sie sehen, nur dadurch erklären konnten, dass ihre Entfernung von uns durch einen Apparat excentrischer Kreisbewegungen viel stärkere Veränderungen erleide, als die Entfernung der Sonne es durfte.

Selbst Copernicus fand in der Bewegung des Mercur um die Sonne noch die grössten Schwierigkeiten Und erst Keppler löste sie durch die Entdeckung der elliptischen Bewegung.

Da wir aber von allen jenen Bedenken bei den Aegyptern nicht die leiseste Erwähnung finden, müssen wir also trotz der Richtigkeit jener Hypothese schliessen, dass ihre Erklärungen noch durchaus keine wohlerwogene, wissenschaftliche Form angenommen hatten.

Ein anderer noch unvollkommenerer Versuch zur Deutung der unregelmässigen Bewegungen wird von den Chaldäern berichtet. Sie versuchten die Unregelmässigkeit der Mondsbewegung durch eine rohe Rechnungsformel darzustellen, welche, an unserer Theorie geprüft, die grössten Abweichungen allerdings wiedergiebt, aber mit dem Gesetz der Abweichungen nicht die geringste Aehnlichkeit hat.— Also eine Formel ohne jegliche Anschauung, ein rein äusserliches Schema selbst ohne formelle Durchbildung.

Die Griechen dagegen suchten zuerst nach genauerem Verständniss der Formen, suchten nach einer einfachen, streng geometrischen Anschauung in dem Gewirr der Unregelmässigkeiten. Und dies war die Kreisform und die Wirkung zusammengesetzter Kreisbewegungen, die ja noch jetzt die Grundlage der Trigonometrie sind.

Die wirkenden Ursachen der Bewegungen lagen ihnen noch fern, Ptolemaeus erklärt dieselben für gar nicht oder schwer zu errathen, aber die Form wollten sie verstehen und so liessen sie den zusammengesetzten Kreisbewegungen zunächst den Anschein eines Räderwerkes, ohne sich den Mechanismus der Wirkungen klar zu machen.

So bewegten sich die Planeten mit dem Umfange kleiner Räder, deren Mittelpunkt selbst von einer festen, sich um ihre Achse drehenden Kugel oder von einem grossen Rade um die Erde herum-

geführt wurde, und so wurde, während die einzelnen Drehungen gleichförmig waren, durch die eigenthümlichen Grössenverhältnisse und Zusammensetzungen der Hülfsräder, die sich nach verschiedenen Richtungen drehten, jede beliebige Art von Unregelmässigkeit hervorgebracht, indem das letzte Rad erst das Gestirn selbst trug.

Durch mühevolle Rechnung und durch ausdauernde Beobachtung gelang es den Griechen endlich, fast alle am Himmel bemerkten Bewegungen durch diese eigenthümliche Maschinerie zu erklären.

Aber mit jedem Schritte wuchs die Verwickelung der ganzen Einrichtung, jede neue Entdeckung, anstatt die früheren Erklärungen zu bestätigen, verlangte ein neues Rädchen, und nicht ohne Bekümmerniss sah der grösste technische Künstler dieses Systems, Ptolemaeus, seinen Mechanismus immer unerklärlicher und unwahrscheinlicher werden.

Oft fügt er deshalb einer neuen Einrichtung die peinliche Mahnung hinzu, man solle sich nicht um die mechanischen Schwierigkeiten kümmern, wenn nur der beobachteten Form der Bewegungen genügt werde, denn im Himmel sei keine Reibung und sei die Bewegung vielleicht ganz anderen Charakters, wie auf Erden.

Ja man sieht in dem Almagest des Ptolemaeus, dem grossen Sammelwerke der griechischen Astronomie, bereits den Prozess beginnen, welcher die Unwahrscheinlichkeit der alten Welterklärung immer mehr zur Evidenz brachte und allmälig offenbarte, wie in der That die Hinzufügung der Bewegung der Erde den grössten Theil der Räder und Hülfsapparate des alten Systems ersparte und selbst das Verständniss der Form vereinfachte.

Dennoch ist die vollständige Durcharbeitung und Erprobung des ptolemaeischen Systems von der höchsten Wichtigkeit und Nothwendigkeit für die Wissenschaft gewesen. Nur durch diese überaus tüchtigen Arbeiten konnte man aus dem müssigen Streite blosser Behauptungen herauskommen, allein in der vollkommen concreten Gestaltung der bis dahin natürlichsten und wahrscheinlichsten Erklärung konnte man diejenigen bestimmten Schwächen entdecken, die in der Erfüllung der Zeit zu siegenden mathematischen Beweisen der Erdbewegung wurden.

Der frühe Sieg des directen Auftretens der Lehre von der Erdbewegung hätte dagegen, wir müssen es wiederholen, der mathematischen und vor Allem der physikalischen Anschauung der Griechen viel grössere Schwierigkeiten bereitet und die Entwickelung geradezu verzögert.

Um die tüchtige Praxis der griechischen Astronomie zu bezeugen, möchte ich hier blos erwähnen, dass sie bereits die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde und sein wahres Grössenverhältniss zur Erdkugel mit einer bemerkenswerthen Annäherung ermittelt hat.

Das ptolemaeische Erklärungssystem ging zunächst mit seinen wichtigen, wenngleich noch unbewussten Grundlagen der wahren Erkenntniss zur weiteren Entwickelung auf die Araber über.

Die Araber sollten nicht allein manche Resultate der alten Wissenschaft vor den Gefahren der abendländischen Zustände retten und dieselbe lebendig erhalten, sondern die Wissenschaft sollte ihnen auch eine entschiedene Verfeinerung und Erleichterung in der mathematischen Anwendung der Kreistheorieen und in der Messung der Bewegung der wandelnden Gestirne unter den festen verdanken.

Im Abendland dagegen entschwanden die Resultate der griechischen Astronomie für lange Zeit dem allgemeinen Bewusstsein der Geister.

Es vollzog sich dort die grosse religiöse Neubildung, die augenblicklich den wissenschaftlichen Fortschritt hemmte, aber in Wahrheit von unberechenbar günstigen Folgen für ihn wurde, indem das Christenthum nicht allein junge, hochbegabte Naturvölker zu höherer Gesittung und Theilnahme an der Geistesarbeit berief, sondern auch mit Inbrunst die Idee von der Erlösung der ganzen Menschheit, das brüderliche Gefühl einer universellen Gemeinschaft im Gottesreiche verkündigte, grosse Ideen, deren Einfluss auf die Begeisterung menschlichen Strebens nicht hoch genug anzuschlagen ist.

Es ist dabei von der merkwürdigsten Bedeutung, dass gerade dieselbe hohe Lehre des Christenthums, welche das menschliche Erkenntnissstreben mit dem Lebensodem der Humanität durch-

dringen sollte, in den ersten Jahrhunderten eine von den Ursachen wurde, dass die astronomischen Kenntnisse in Vergessenheit fielen.

Der Hauptanstoss, den das Christenthum in der griechischen Astronomie fand, war nämlich die Lehre von der Kugelgestalt der Erde.

Die centrale Stellung der Erde wurde als selbstverständlich angenommen und später eine Art von Dogma der Kirche, aber die Kugelgestalt und damit jede wissenschaftliche Form der Astronomie wurde von Kirchenvätern verworfen und zwar verworfen, weil man sich keine Antipoden denken konnte. — In einer seltsamen Unklarheit, so scheint es, hielt man die entgegengesetzte Seite der Kugel, die denn doch auch bewohnt sein müsse, für völlig unzugänglich. Da also die Kugelgestalt das Dasein von Menschen annehmen lasse, zu denen man nicht gelangen könne, die also auch nicht der Erlösung theilhaftig werden könnten, so sei die Annahme der Kugelgestalt unchristlich. — Ja, von dem grossen Bekehrer der Deutschen, dem heiligen Bonifacius, wird berichtet, dass ihn der Glaube eines Bischofs an die Lehrsätze des Ptolemaeus erschreckt habe, weil dieselben ja der allgemeinen Bekehrung im Wege ständen.

Aus solchen Gründen, in deren Eindruck das Hocherhabene mit dem Wunderlichen gemischt ist, geriethen in der christlichen Welt die gesunden Grundlehren der alten Astronomie mehr als 1000 Jahre hindurch so in Vergessenheit, dass Columbus mit seinen Behauptungen, die den Griechen als völlig selbstverständlich galten, als ein verwegener Phantast verlacht wurde.

Man würde aber irren, wenn man diese tausend Jahre als völlig dunkel für die Wissenschaft betrachten wollte:

Ganz abgesehen von der hohen Blüthe der arabischen Astronomie, die gerade in diese Zeit fällt, war auch im Abendland die Kenntniss der Astronomie von einem hellen Kopf zum andern fortgepflanzt worden, ja, als Columbus auftrat, hatten schon längst nicht allein die arabischen Leistungen in Kaiser Friedrich II. einen thätigen Vermittler gefunden, in Spanien die wichtige Erscheinung des Königs Alfons und seines Astronomenkreises hervorgerufen, sondern die directe Wiederbelebung der griechischen Litteratur durch vertriebene

Griechen in Italien hatte auch dort und in Deutschland schon tüchtige Beobachter und Forscher geweckt.

Die Ideen des Columbus waren keine Inspiration, sondern astronomische Kenntnisse, die er sich erworben und die zu seiner Zeit schon das Eigenthum vieler geworden waren, seine Genialität war nur die nautische Kühnheit, das auszuführen, was theoretisch schon zu Aristoteles' Zeit für möglich galt.

Ja, es traf sich eigenthümlich, dass ein Fehler der griechischen Messungen für den Erdumfang, welcher in das geographische Lehrbuch des Ptolemaeus und damit in spätere Werke und Karten übergegangen war, die Küste des östlichen Asiens fast um die Hälfte näher an der Westküste Europa's erscheinen liess, als sie wirklich war, also den Entschluss des Columbus wesentlich erleichterte.

Dass aber Columbus die kühne Schifffahrt wagen konnte, verdankte er wesentlich den Diensten, welche die Araber der Nautik geleistet hatten.

Sie hatten nicht allein den uralten chinesischen Gebrauch des Compasses allgemeiner in die Schifffahrt eingeführt, sondern auch die astronomische Ortsbestimmung des Schiffes zur See erleichtert.

Ueberhaupt war, wie schon erwähnt, der wesentliche Charakter der arabischen Astronomie der der Anwendung, der Verfeinerung der astronomischen Beobachtungen, der Erleichterung des astronomischen Calculs mit Hülfe indischer Zahlenlehre und der Verbreitung des astronomischen Wissens und Könnens.

Zwar gab die Messung des Erdumfangs, welche der Chalif Al Mamun in der Ebene von Sindschar anstellen liess, keine genaueren Resultate, weil, wie es scheint, die Hofastronomen stets aus lauter Verehrung ein Resultat der Griechen wiederfanden, so dass sogar der Chalif darüber verdriesslich wurde, aber die grossen Astronomen Ibn-Junis und der fürstliche Albatani, letzterer in Aracte und Antiochia um 880, ersterer in Cairo um das Jahr 1000, legten in ihren Werken die wichtigsten und sorgfältigsten Messungen der himmlischen Bewegungen und die fleissigsten Rechnungen nieder und wurden die Ausgangspunkte einer grossen Reihe überaus eifriger und geschickter Astronomen. Noch jetzt sind die Beobachtungen

Beider für die Theorie des Jupiter und Saturn, und die Mondbeobachtungen des Ibn-Junis in Cairo für die Theorie des Mondes nicht ohne Wichtigkeit.

Wenn nun auch die ptolemaeische Theorie von den Arabern keinerlei Verbesserung erfuhr, so wurde doch das Erfahrungsmaterial zu deren Erprobung unter ihren geschickten Händen immer übersichtlicher, immer genauer. Ja seltsamer Weise trug ein grosser astronomischer Irrthum, den sie ausbildeten, die Annahme von der sogenannten Trepidation oder Schwankung des Fixsternhimmels ausserordentlich dazu bei, die Verwickelung, ja die Verwirrung der scharfsinnigen Maschinerie des Ptolemaeus zu vermehren, also dem Gegenbeweis durch steigende Unwahrscheinlichkeit selbst die Waffen zu bereiten.

Die Leistungen der arabischen Astronomie für die Nautik bestanden neben dem allgemeinen Gewinn astronomischer Beobachtung und Rechnung besonders in der Einführung kleiner tragbarer Beobachtungsinstrumente, der Astrolabien (zugleich eine Art von Rechenmaschinen), welche schnell in den Gebrauch der abendländischen Seefahrer übergingen.

Als nun, auf der Mittheilung des Compasses und jener Fortschritte der Nautik fussend, die Portugiesen die grosse Aera der Entdeckungen eröffnet hatten, da traten auf einmal mit dem mächtig erwachenden Verkehr die erhöhten Forderungen der Schifffahrt an die Astronomie mit solchem Nachdruck, mit solcher Inständigkeit auf, dass von da an bis in die neueste Zeit der Fortschritt unserer Wissenschaft dem Bedürfniss der Schifffahrt die wichtigste Unterstützung verdankt hat.

Genaue Vorausberechnungen der Stellung der wandelnden Himmelskörper zu einander und besonders des Mondes zu den Sternen für die Tageszeiten eines bestimmten Ortes verlangten die Schiffer, damit sie aus der Beobachtung derselben am Himmel die Tageszeit bekannter Punkte der Küste und durch Vergleichung mit ihrer eigenen Tageszeit ihre Längenentfernung von der Küste finden könnten.

Zum letzten Male sollte da die alte Astronomie ihre Kräfte anstrengen, um diesen Forderungen der neuen Zeit zu genügen.

Der deutsche Astronom Johannes Müller, genannt Regiomontanus, in Italien mit allen Kenntnissen der griechischen und arabischen Astronomie vertraut geworden, berechnete in Nürnberg für viele Jahre im Voraus die Stellungen der Himmelskörper nach Ptolemaeus' künstlicher Theorie.

Und in der That, man denke nicht zu gering von den Leistungen der ptolemaeischen Theorie, diese Berechnungen erfüllten vorläufig ihren Zweck.

Sie dienten dazu, die Lage der amerikanischen Küsten zuerst richtiger anzugeben und die neue Welt auf den Meridian von Nürnberg zu beziehen. Aber schon nach kurzer Zeit zeigte sich die Unzulänglichkeit jener Theorieen zu genaueren Bestimmungen, wenngleich Anfangs die Portugiesen und Spanier diess nicht annahmen, sondern sich gegenseitig der Einführung absichtlicher Druckfehler in die nautischen Ephemeriden beschuldigten. Ein grosser Ruf nach Verbesserung der Astronomie entstand, Spaniens Könige, die Beherrscher der neuen Welt, setzten grosse Summen aus, ja die Päbste stimmten mit ein in das Verlangen nach neuen Theorieen, denn auch die Chronologie und die Festrechnung der Kirche war allmälig in Unordnung gerathen in der langen Zeit, da man den Himmel im Abendland nicht astrônomisch betrachtet hatte.

In solcher astronomisch bewegten Zeit hatte den Thorner Bürgerssohn Copernicus, Neffen des Bischofs von Ermeland, nach fleissigem Studium in Krakau der Wissensdurst nach Italien geführt.

Nachdem er in Padua studirt, in Bologna beobachtet, in Rom astronomische Vorträge gehalten hatte, kehrte er mit reichen Anregungen heim und nach fast 30 Jahren stillen Forscherlebens im Frauenburger Domkapitel wagte er es ein grosses Werk der Oeffentlichkeit zu übergeben, welches die neue Lehre enthielt, die der Morgendämmerung des alten Wissens wie ein Sonnenaufgang entstieg.

Auf dem Sterbebette empfing er den ersten Druck seines Werkes, und so ward nach einem schönen Ausspruch bei ihm in besonderem Sinne des Lebens Ende der Unsterblichkeit Anfang.

Die Grundidee seiner grossen wissenschaftlichen That verdankt Copernicus nach eigenem Geständniss entschieden den glücklichen

Ahnungen der alten griechischen Philosophen, die in Italien wieder lebendig geworden waren und jetzt zur günstigsten Zeit den Fortschritt befruchteten.

Einen neuen Schwung hatte das wiedererwachte Griechenthum den Geistern mitgetheilt, der alte Optimismus ward wiedergeboren und durch christliche Begeisterung erhöht. Und wieder eröffnete eine reiche Entwickelung der Kunst eine neue Blüthezeit freier Naturerkenntniss.

Kühne Versuche der Welterklärung, grossartige Ansichten über Wahrscheinlichkeit, Zweckmässigkeit und Harmonie wogen wieder mehr als die strenge und peinliche Mühe, mit der sich, wenn auch lange zum wahren Heile der Wissenschaft, die Alexandrinische Schule und die Araber der unmittelbaren Sinneserfahrung anzuschliessen gesucht hatten.

In solcher Geistesverfassung überschaute Copernicus mit mathematischem Scharfblick die künstliche Maschinerie, welche die Griechen und Araber zur Erklärung der himmlischen Bewegungen aufgebaut hatten. Es war ein Gewirr von Rädern und Hülfsapparaten, welches schon im 13. Jahrhunderte das ungläubige Staunen des König Alfons erregt hatte.

Doch lag für den schärfer Blickenden in eben diesem Uhrwerke ein einziger Kunstgriff am Tage, durch welchen in den Planetenbewegungen eine beträchtliche Vereinfachung eintreten konnte. Das alte System enthielt nämlich als den schönsten Beweis seines unbefangenen Anschlusses an die beobachtende Erfahrung bereits unbewusst die deutlichen Zeichen der Erdbewegung.

Den Technikern dieses Systems selbst, die gerade auf die mühsame Consequenz in der Durcharbeitung des Grundprincips stolz waren, konnte diese Beziehung entgehen.

Dazu kam, dass durch einige zufällige Fehler in den griechischen Beobachtungen und einige merkwürdige Analogieen, welche zwischen dem Bezuge der verwickelten Planetenbewegungen zur Sonne und dem Verhalten der Mondsbewegungen zur Sonne stattfanden, während der Mond sich doch unwiderleglich um die Erde bewegte, den Griechen und Arabern die Einsicht in jene durch die Erdbewegung mögliche Vereinfachung fast völlig verschleiert war.

Erst die genauere Wiederholung der Beobachtungen, die fortschreitende Vermehrung der Verwickelungen konnten die Berechtigung zu jener Vereinfachung begründen.

Copernicus bemerkte nämlich sogleich, dass schon nach Ptolemaeus' Theorie in dem Uhrwerk jedes Planeten ein Rad vorhanden war, welches sich eben so schnell drehte, wie die Sonne um die Erde sich zu bewegen schien.

Ja, noch mehr, er glaubte aus den griechischen, arabischen und neuesten Nürnberger und eigenen Beobachtungen schliessen zu müssen, dass die Drehung aller jener Hülfsräder sogar an allen Eigenthümlichkeiten der Sonnenbewegung Theil nahm, also nicht blos analog, sondern völlig identisch mit ihr war.

Warum also, ruft er aus, sollen wir nicht wie geschickte Uhrmacher die einzelnen Hülfsräder sparen und Alles durch die eine völlig identische Bewegung hervorbringen, welche die Sonne um die Erde zu beschreiben scheint, oder welche noch wahrscheinlicher die Erde um die Sonne beschreibt.

Brachte nämlich die Bewegung der Sonne um die Erde direct jene allgemeine Wirkung hervor, so konnte der genauere Zusammenhang nur durch neue Maschinerieen erklärt werden, bewegte sich jedoch die Erde selbst um die Sonne, so waren jene, schon durch die Griechen eingeführten, ihrem Umlauf entsprechenden Kreisdrehungen bei allen andern Planeten nur die optischen Wirkungen, parallaktischen oder perspectivischen Abbilder ihrer eigenen Bewegung, und eine einfache optische Erklärung trat an die Stelle der maschinenmässigen; der Mechanismus des Himmels wurde dadurch plötzlich von einem grossen Theil seiner Apparate befreit, Einfachheit und Klarheit trat da ein, wo man bisher einem Gewirr von verdriesslichen Schwierigkeiten nur kümmerlichen Erfolg abgetrotzt hatte.

Die mathematische Nachweisung dieser grossen Vereinfachung war die Lebensaufgabe und ist der Inhalt des grossen Werkes des Copernicus.

Dieser siegende Beweis der Wahrheit setzte also in der That die consequente praktische Durchführung des alten Systems als nothwendige Grundlage voraus, ja, er stützte seine wichtigsten

Argumente darauf, und die astronomischen Arbeiten der alexandrinischen Schule und der Araber wurden jetzt die schärfsten Waffen zum Siege der alten pythagoräischen Ideen.

Zwar vermochte auch Copernicus noch nicht, sich von der Idee der Kreisbewegungen loszumachen und alle maschinenmässigen Erklärungen zu beseitigen.

Diess war Keppler und Newton vorbehalten. Keppler brach den alten Zauber der Hypothese von der rotirenden oder radförmigen Kreisbewegung, indem er bewies, dass die Himmelskörper in geschwungenen elliptischen Bahnen wandeln.

Newton vollendete die grosse Entwickelung, indem er als die Ursache der elliptischen Bewegungen ein freies Spiel gegenseitiger Anziehungen nachwies, welche mit Nothwendigkeit und in gesicherter Beständigkeit, wie Lagrange und Laplace bewiesen, die Planeten schwebend durch den von Krystallsphären und Rädern für immer befreiten Aether tragen.

Dennoch ist der Schritt des Copernicus der gewaltigste. Es war der endgiltige Bruch mit der engen Sinneserfahrung des gewöhnlichen Lebens, als nun die festgegründete Mutter Erde wandeln musste; es war, angebahnt durch die Alten, die entscheidende Eroberung des Zuganges zu einem Gebiete der grossen mathematischen und philosophischen Ideen, welche hoch über den trüben Einbildungen und den kümmerlichen Schlüssen des kleinen Lebens die tiefere Realität der Welterscheinung darstellen.

So wirkte die neue Wahrheit allmälig auch auf die Wissenschaft.

Kühner, freier hob sich die Forschung nach allen Richtungen der Naturerkenntniss. Man begann, der Sicherheit menschlichkluger Behauptungen weniger vertrauend, eine schnellere Wechselwirkung zwischen Schluss und Erfahrung herzustellen und die alte Uebung der Induction zur Disciplin der inductiven Methode zu läutern. Mächtig erweiterte bald das Fernrohr und später das Mikroskop die Erfahrung, rüstig entwickelte die Mathematik die tiefsinnigen Anfänge der Alten zu immer schärferen Waffen und Werkzeugen des Schlusses.

Unser Sonnensystem wurde in seinen Grundprinzipien mit einer sichern Erkenntniss durchdrungen, die sich in der propheti-

schen Kenntniss noch ungesehener Weltkörper als eine völlig objective und reale bewährt und die nur noch den sorgfältigen Ausbau erwartet.

Aber zugleich mit der nahen Vollendung einer Aufgabe ist durch die scharfen Messungen des Fernrohrs aus den strahlenden Tiefen des Fixsternhimmels ein neues Problem aufgetaucht, ein Problem, von den Alten noch nicht geahnt, dem wir jetzt ähnlich gegenüber stehen, wie Jene den Planetenbewegungen.

Dieses Problem besteht in den Bewegungen der Fixsterne, für welche auch wir erst Hypothesen haben, deren Bestätigung oder Widerlegung wir ebenso, wie die Alten, der Arbeit kommender Jahrhunderte ruhig anvertrauen müssen.

Dennoch ist das Auftauchen immer neuer Probleme keine fata morgana, die uns ziellos weiter und weiter lockt, sondern jene Aufgabe der Zukunft wird zugleich eine weitere Umfassung, eine tiefere Erfassung des speciellen Falles der Welterscheinung gewähren, den wir in unserm Sonnensystem kennen gelernt haben.

Unvollendbar ist das menschliche Wissen dem Inhalte nach, aber jeder grosse Schritt erweitert es nicht blos, sondern vereinfacht es der Form nach, befreit es von der Willkür und erhöht die sittliche und materielle Macht des Geistes.

Schauen wir zum Belege so schöner Hoffnungen zurück in die Tiefen der Vergangenheit, sehen wir dort ein ernstes stetiges Vorwärtsstreben, fühlen wir uns vereint mit fernen Völkern und Zeiten durch ihren Jahrtausende alten wissenschaftlichen Nachlass, durch das Verständniss ihrer eigenthümlichen Mission in der grossen Entwickelung des Erkennens, dann vermag auch die Geschichte der Wissenschaft ein sittlich erhebendes Gefühl zu erzeugen, und die resignirte Selbstaufgebung des Individuums in eine begeisterte Hingebung zu verwandeln.

Johann Keppler und die Harmonie der Sphären.

Vortrag

gehalten im wissenschaftlichen Verein zu Berlin am 28. Februar 1862.

Der Mann, dessen Leben und Wirken heut darzustellen ich unternommen habe, ist als eine der grössten Zierden der Astronomie dem Namen nach allgemein bekannt. Der besondere Inhalt seiner streng wissenschaftlichen Entdeckungen dürfte es dagegen weniger sein, denn Johann Keppler ist in der That unter den astronomischen Heroen wohl derjenige, dessen eigentlich wissenschaftliche Bedeutung vielleicht am Schwersten in einer ansprechenden, leicht fasslichen Form darstellbar ist.

Bei Ptolemaeus und Copernicus denkt man sogleich an die erhabenen Lehren von der Anordnung des Weltbaues, an das unermesslich geistige Gewicht der Antwort auf die grosse Frage, ob die Erde in der Mitte der Welt ruhe oder ob sie ein Weltkörper unter vielen einherwandre. Zu Newton's Name gesellt sich der Gedanke an das geheimnissvolle und doch so derb wirkliche Band der allgemeinen Schwere, als des bewegenden Princips vom fallenden Stein bis in die Fernen des Himmelsraums.

Keppler's Name weckt die Erinnerung an die drei Keppler'schen Gesetze von der Bewegung der Planeten in Ellipsen; indessen so unschätzbaren Werth sie in der Wissenschaft haben, so verbindet sich doch für das allgemeine Verständniss kein einziger Gedanke von so grosser, geistiger Tragweite, von so erhabener Kühnheit mit ihnen, wie mit den Geistesthaten der andern Heroen. Und doch ragt gerade Keppler unter ihnen hervor durch die fast überschwängliche Erhabenheit seiner Weltauffassung, durch die seelenvolle Innigkeit, welche das Kleinste mit dem Grössten verbindet, kurz durch die allgemein menschliche Bedeutung seines Forschens.

Es liegt deshalb in der besondern Natur dieses Mannes die schönste Aufforderung und die schönste Berechtigung, auch seine wissenschaftlichen Entdeckungen aus den Tiefen seiner Persönlichkeit heraus mit derjenigen Fülle allgemeinen geistigen Anklanges zu umgeben, welche die Leistungen der anderen Heroen aus sich selbst erzeugen.

Keppler ist von einzelnen astronomischen Nachfolgern und von den Historikern der exacten Wissenschaften bisweilen getadelt und herabgesetzt worden, ja Manche haben ihn gar nicht zu würdigen vermocht, weil sich in ihm eine glühende Phantasie zu der mathematischen Strenge gesellte.

Der treffliche englische Geschichtsschreiber der Wissenschaften, Whewell, spricht eine Kritik dieser Mischung in einem feinen Gleichniss aus. Keppler gleiche auf wissenschaftlichem Gebiete einem Schnitter, welcher nicht nur die Garben heimbringe, sondern auch alle wilden Blumen, die zwischen den Halmen und am Wege entsprossen seien.

Wie fein diess auch klinge, wahr ist es nicht.

Der Mutterboden der edelsten Blüthen des Idealismus, das dichterreiche Schwabenland, hatte allerdings auch in Keppler einen der merkwürdigsten Idealisten erzeugt, aber die Blumen seiner Phantasie wuchsen nicht müssig und parasitisch neben den Halmen, sondern aus ihrer Blüthe selbst entwickelte sich die edelste Frucht der Forschung.

Keppler war eine durch und durch deutsche Natur, in welcher kein unvermitteltes Nebeneinander bestehen kann. —

Aus der Tiefe seines Idealismus heraus gestaltete sich seine astronomische Forschung, aus ihr sog die unsägliche Mühe seines ganzen leiderfüllten Lebens ihre Kraft und Belohnung, aus ihr entwickelten sich endlich die klaren, strengen Formen seiner drei Gesetze.

Der tiefste Inhalt aber dieses Idealismus und sein höchstes Endziel hiess Harmonie der Sphären oder Weltharmonie.

Wir werden also von der eigentlichen Bedeutung dieses oft gehörten, selten klar erfassten Ausdrucks von uraltem Gepräge eine deutliche Vorstellung gewinnen müssen, wenn wir Keppler's ganze Geistesverfassung verstehen wollen.

Bevor wir jedoch den Ursprung des Gedankens der Weltharmonik aufsuchen und seine Bedeutung uns klar machen, lassen Sie mich zunächst einen Blick auf Keppler's Lebensumstände werfen und seine Jugendentwickelung bis zu dem Punkte verfolgen, wo jene grosse kosmische Idee des Alterthums in seine jugendliche Seele eintrat und dieselbe schnell zu ihrer ganzen Grösse schwellte.

Johann Keppler war im Jahre 1571 zu Magstatt bei Weill im Württembergischen geboren. Die Verhältnisse seiner Eltern waren ärmlich, obgleich der Vater aus dem alten ritterlichen Geschlechte der Kappel stammte.

In dem Leben des Vaters tritt uns sogleich ein charakteristisches Bild der Zeit entgegen. Er war ein fahrender Kriegsmann. Bald nach der Geburt des Johannes verliess er die Familie und focht (obgleich der neuen Lehre angehörig) unter Herzog Alba in den Niederlanden. Seine Frau zog ihm nach und übergab die Kinder den Grosseltern. Nach 4 Jahren kehrten Beide heim. Aber es litt den Vater nicht lange zu Haus; nach einigen Jahren zog er wieder davon, gegen die Türken zu fechten und fiel im Kampfe, man wusste nicht wann und wo.

Die Katharina Kepplerin, Johannes' Mutter, war eine rechtschaffene, aber durchaus ungebildete Frau. Dennoch war eine innere Verwandtschaft ihres unruhigen, grübelnden Geistes mit dem des Sohnes nicht zu verkennen, und die eigenthümliche Erregung, in welche sie dessen glänzende Laufbahn später versetzte, rief Erscheinungen in ihrem Denken und Thun hervor, welche sie endlich in die unsägliche Qual und Noth eines Hexenprocesses verstrickten, in welchem sie nur des Sohnes Vertheidigung vor dem Schlimmsten zu bewahren vermochte.

Johann wurde zur Theologie bestimmt und 15 Jahr alt in die Klosterschule zu Maulbronn aufgenommen, aus welcher er 18 Jahr alt in das theologische Stift zu Tübingen überging, wo er auf öffentliche Kosten studiren durfte. Tübingen war damals dasselbe für den Süden, was Wittenberg für den Norden.

Hochsinnige Fürsten und wackere Stände hatten die Stätten des Wissens und der neuen Lehre mit reichen Mitteln versehen, so dass es auch dem ärmsten Jüngling möglich wurde, sein Talent an den Quellen der Theologie und Philosophie dort zu nähren. Nur eine Verpflichtung der Dankbarkeit lag einem solchen alsdann ob, als Sendbote des Wissens und Glaubens dahin zu gehen, wohin die mütterliche Facultät ihn zu senden wünschte. Es war diess fast mehr noch eine fortgesetzte Sorge derselben für sein ferneres Leben, als ein peinliches Gebot.

Als Keppler's Studien beendet waren, lag gerade ein Gesuch der lutherischen Stände von Steyermark vor, man solle ihnen für die Lehrerstelle der Mathematik und Moral an ihrem Gymnasium zu Grätz einen geeigneten Mann senden.

Nun scheint Keppler sich nicht eben der besondern Vorliebe seiner theologischen Oberen erfreut zu haben. Sie schätzten ihn zwar als einen hellen, feinen Kopf, aber erkannten bald, dass sein Geist nicht das Gepräge der Orthodoxie trug, dass er vielmehr, obgleich innig religiös, nicht allein nach sittlicher, sondern nach weltumfassender Wahrheit lechzte.

Am innigsten war sein Verhältniss zu dem Professor der Mathematik, Michael Maestlin, geworden, welcher selbst in der Astronomie einen geachteten Namen hatte.

Maestlin war einer von den selbst 50 Jahre nach dem Tode des Copernicus noch gar seltenen Männern, welche eine klare Vorstellung der copernicanischen Lehre hatten, die den gewöhnlichen Köpfen völlig absurd erschien. Er wusste diese Lehre überaus lichtvoll und überzeugend darzustellen, und man erzählt, dass er in Italien, wo er seine Studien gemacht, durch eine öffentliche Rede auch den jungen Galilei von der Evidenz derselben überzeugt habe.

In Tübingen, wohin ihn Herzog Ludwig berufen, war er leider nicht in der Lage, eine so gefährliche Doctrin öffentlich lehren zu dürfen. Unter Melanchthon's Anführung hatte sich die lutherische Theologie noch feindlicher zu Copernicus gestellt, wie erst später die katholische Kirche, und Maestlin trug daher öffentlich nur den Ptolemaeus vor.

Indessen blieb seinen Schülern die wahre Meinung nicht verborgen, wenigstens ging auch Keppler aus seiner Unterweisung als ein überzeugter Copernicaner hervor, zu nicht geringem Verdruss der Facultät, welche noch in seinem spätern Leben keine Gelegenheit vorbeiliess, ohne ihn zu verwarnen, er solle sich nicht zu fürnehm dünken mit seinen Subtilitates.

Die Lehrerstelle der Mathematik und Moral schien für einen solchen Geist geeignet, und Keppler ward also nach Grätz empfohlen. Es schreckte ihn, den Theologen, Anfangs, wie er sagt, die uner-

wartete und verachtete Art des Berufes, besonders da er seine Kenntnisse auf diesem Gebiete noch für gering hielt; doch beschloss er dahin zu gehen, wohin Fürst und Facultät ihn sendeten.

In Steyermark war Keppler's erste Aufgabe die Durchführung der gregorianischen Kalenderverbesserung, gegen welche sich die übrigen lutherischen Stände noch ein Jahrhundert länger sträubten. Schnellsten Ruf aber erwarb sich der junge Mathematicus als Prophet. — Zu seinen Amtsgeschäften gehörte es, dem Kalender für Steyermark auch die gebräuchlichen astrologischen und Wetterprophezeiungen hinzuzufügen. Da fügte es der Zufall — Keppler selbst spottete über die eitlen Details dieses Geschäftes —, dass er gleich in seinem ersten Kalender wunderbarlich das Richtige traf. Er hatte einen gar erschrecklich harten Winter prophezeit und nach dem Stande der ewigen Gestirne so etwas über die Bauernunruhen in Oesterreich gemunkelt. Und richtig: der Winter kam, wie er nicht selten im Lande Steyermark thut, mit grimmiger Strenge, und auch die Bauern missachteten vielleicht den Ausspruch der Gestirne nicht gänzlich. — So erwarb er schnell einen grossen, doch ziemlich unwillig acceptirten Ruf.

Der klare, humane Mann wusste fortan wenigstens den echten Vortheil daraus zu ziehen, dass er in dem Gewande dieser Prophezeiungen mitunter gar verständig und beweglich von der Herrlichkeit der Natur und dem Gange der öffentlichen Angelegenheiten zu den vertrauensvollen Gemüthern redete. Inzwischen wandte er seinen ganzen Eifer auf die tiefsten mathematisch-astronomischen und historischen Studien, und schon nach 3 Jahren war das Resultat derselben ein Werk der erstaunlichsten Art, das durch seine Kühnheit und Neuheit die ganze wissenschaftliche Welt bewegte, betitelt: „Das Geheimniss des Weltbaues". Jene Studien nun scheinen sich hauptsächlich auf das Werk des Copernicus und die Werke der griechischen Astronomen und Philosophen, ganz besonders aber auf Platon und die pythagoräische Philosophie gerichtet zu haben. Und aus dem Studium dieser Philosophie erblühte in Keppler jene begeisterte Idee von der geometrischen Symmetrie und der arithmetischen Harmonie der Welt, welche fortan der Grundzug seiner ganzen Forschung wurde und von ihm selbst stets als die Blüthe

der Astronomie bezeichnet wird. Um diesen Einfluss zu verstehen, muss man sich zunächst wieder die unermessliche Wirkung vor Augen halten, welche das Wiedererwachen der griechischen Litteratur seit dem 14. Jahrhundert auf das mittelalterliche Geistesleben ausübte.

Als die grossartige weltumfassende Entwickelung des griechischen Ideenlebens, besonders aus des unsterblichen Platons Schriften, dem Abendlande zum Bewusstsein kam, nachdem man sich Jahrhunderte lang mit dem Buchstaben, aber nicht dem Geiste des Aristoteles in ein blosses Netz von Begriffen eingesponnen hatte, ging es wie ein Frühlingshauch durch die Welt der Geister.

Das musische, das begeisterte Element neben dem mathematischen in der pythagoräischen und platonischen Philosophie, der ihr mitunter eigene Hauch intensiver Seligkeit, die feine Lichtentwickelung der Erkenntniss, bis zu welcher sich die Wärme der Symbolik bisweilen steigert, dieser ganze Ausfluss einer vom Ideal belebten Cultur contrastirte bedeutsam und machtvoll mit der eigenthümlichen Färbung des mittelalterlichen Geisteslebens.

Die Gluth der religiösen Begeisterung, voll hoher sittlicher Wirkungen, hatte die Gemüther der Menschen so gewaltig entflammt, dass dem inneren Auge die umgebende Welt nur in zitternden, wallenden Umrissen erschien und das natürliche Leben der Erscheinung anstatt vergeistigt zu werden, wie es der volle Beruf der Menschheit verlangt, einfach verflüchtigt wurde.

Durch die Berührung mit dem Orient und der sinnvollen Feinheit arabischer Cultur geschah die erste, erfrischende Gegenwirkung, aber erst durch die edle Heiterkeit neueröffneten griechischen Dichtens und Denkens vollzog sich die Läuterung und trat der Geist wieder in spiegelnder Klarheit der Natur gegenüber.

In einem früheren Vortrage an dieser Stelle habe ich die Stellung des Copernicus zu dieser grossen Erbschaft aus dem Alterthum im allgemeinen Umriss zu schildern versucht und gezeigt, wie der grosse Schritt des Copernicus seinem eigenen Geständniss und der inneren Nothwendigkeit nach in jenen Anregungen wurzelt. Heut wird es mir obliegen, zu zeigen, welchen mächtigen Einfluss die griechische Philosophie auch noch auf Keppler geübt hat, indem sie

ihn mit der ihr eigenthümlichen Idee der Weltharmonie erfüllte. Mit Keppler schliesst diese directe Nachwirkung der grossen divinatorischen Ideen des Alterthums.

Gerade durch ihn im Verein mit Galilei kam ein bewusster Fortschritt der Forschungsmethode gegen das Alterthum zur allgemeinen Geltung. Die Alten hatten zunächst den Versuch gemacht und machen müssen, die reinsten und allgemeinsten Formen menschlichen Denkens und menschlichen Empfindens auch als die Gesetze der Natur zu substituiren, und diese Versuche logischer und mathematischer Symbolik hatten zwar vielfach eine voreilige Selbstgenügsamkeit erzeugt, aber auf der andern Seite auch im Alterthum schon lebendigste Anregung zu experimentirender und sinnender Prüfung und Forschung im Gebiete der Astronomie und Mathematik gegeben. Dadurch war das Weltbild allmälig ein immer reicheres, eigenartigeres und räthselhafteres geworden.

Als nun Copernicus mit Hülfe der griechischen und arabischen Beobachtungen und genährt an der Hoheit platonischer Speculation auf einmal eine von den Griechen nur schüchtern geahnte, jetzt klar zu erfassende neue Weltansicht von menschlich-schwierigerem, aber gegenständlich einfacherem Charakter lichtvoll aufgethan hatte, da entstand ein allgemeiner Ruf nach der astronomia sine hypothesi, d. h. das Verlangen nach weiterer astronomischer Erkenntniss ohne alle menschliche Symbolik, nach einer bewussten Methode, welche, den Weg menschlichen Vorurtheils ganz verlassend, die Bereicherung des Geistes und seine Controle bei der Anwendung der Denkgesetze selbst in der Natur erst aufsuchen lehre.

Die beiden wirklichen Begründer dieses grossen Fortschrittes, der rein experimentellen Methode, wurden Keppler und Galilei.

Beide unterscheiden sich aber wesentlich von einander gerade durch ihr Verhältniss zum Alterthum.

In Galilei war der Uebergang bereits vollzogen, in Keppler's umfassendem, philosophischem Geiste dagegen ist es uns gewährt, diese merkwürdige Uebergangserscheinung selbst zu beobachten, zu sehen, wie die schönste Symbolik des Alterthums, die himmlische Harmonik, ihre Nachfolgerin, die himmlische Mechanik, selbst unterweist, ihr endlich das Scepter übergiebt, aber noch im Scheiden ein

Menschenleben mit einer Glorie umkränzt, welche es bedeutungsvoll für alle Zeiten und Menschen macht.

Was ist nun die eigentliche Bedeutung jener Welt- oder Sphärenharmonie? Welchen Einfluss hatte sie auf Keppler's Entdeckungen? Was ist überhaupt der Sinn der Harmonik, wenn wir sie der Mechanik gegenüberstellen? Ich will versuchen, dies möglichst kurz zu erörtern, ohne mich allzuweit von der Astronomie zu entfernen.

Die Quelle der Harmonik zunächst ist eine der frühesten wissenschaftlichen Entdeckungen der Menschheit über den Zusammenhang der Regungen des Geistes mit strengen und einfachen Naturgesetzen, nämlich die Entdeckung der einfachen Zahlenverhältnisse in den Schwingungen derjenigen Töne, welche unserer Seele im Zusammenklange die beglückende Empfindung der Consonanz bereiten. Wir haben darin ein Naturgesetz unseres Organismus, dessen Dasein schon in uralten Zeiten als eine Quelle geheimnissvollen Glückes mit Dank gegen die Götter empfunden, dessen Erklärung und Deutung aber erst später gefunden wurde.

Schon der Rhythmus, d. h. die regelmässige und übersichtliche Wiederholung von Bewegungen und Stosswirkungen erzeugt ein ähnliches Wohlgefühl. — Ohne dass wir die taktmässigen Bewegungen oder Stösse gerade zählen, empfinden wir die Regelmässigkeit und das einfache Gesetz der Wiederkehr mit einer eigenen natürlichen Lust. Wir kennen alle die anregende, wir kennen die beruhigende Wirkung des Rhythmus, deren Erklärung und Analogie wohl in den mächtigen Resultaten zu finden ist, welche die regelmässige Summirung von Wirkungen überall in der Natur erzeugt, indem sie die Gegenwirkungen auf ein Minimum bringt und alle Spannungen löst, kurz eine Stufe höheren Gleichgewichtes wird.

Aus dem Rhythmus, welcher bei den rohesten Völkern noch die Lust an der Consonanz vertritt, entwickelt sich die letztere, feinere Form des Wohlgefühls logisch und natürlich, wenn wir die Anzahl der taktmässigen Stösse in einem festen Zeitintervall allmälig so weit wachsen lassen, dass wir sie einzeln nicht mehr unterscheiden können. Dann geht zunächst, wie aus einem schnell umgeschwungenen lichten Punkt eine lichte Bogenlinie, aus der Gesammtwirkung der einzelnen Stösse oder Erzitterungen der Ton

hervor, der durch die Luftbewegung vermittelt und in einem besondern feinen Organ aufgenommen, eine höhere Gattung von Wohlgefühl erzeugt.

Was wir nun in der Regelmässigkeit getrennter Gefühlseindrücke als Rhythmus empfinden, das empfinden wir in der Regelmässigkeit der Tonschwingungen im Ohr als Reinheit, was wir in der gesetzmässigen Aufeinanderfolge verschiedener Rhythmen als Metrum auffassen, das empfinden wir in der Folge von Tönen als Melodie; was wir endlich in der einfachen, regelmässigen Anordnung des Nebeneinander von Linien und Formen mit dem Gesichtssinn als übereinstimmendes Maass, als Symmetrie empfinden, das empfinden wir in der übersichtlichen Einfachheit des Nebeneinander von gleichzeitigen Tonschwingungen mit dem Gehörsinn als übereinstimmende Bewegung, als Symphonie oder Consonanz.

Je einfacher das Zahlengesetz einer Tonschwingung sich zu dem einer anderen gleichzeitigen verhält, desto leichter ist die übereinstimmende Anordnung der Empfindungen, desto grösser das Wohlgefühl, desto reiner die Consonanz. Und wie bei den Gesichtsempfindungen aus der primitiven Auffassung gleicher Formen der Genuss der Symmetrie verschiedener Formen, aus der Freude an blos symmetrischen Formen die Freude an der wohl verbundenen Aufeinanderfolge überhaupt gesetzmässiger Formen, die Freude an den Schönheitslinien hervorgeht, so geht aus dem Wohlgefühl der Reinheit eines Tones das Wohlgefühl der Consonanz verschiedener Töne, und aus dem blossen Wohlgefühl der Consonanz die Freude an der wohlgefügten Verbindung innerlich überhaupt gesetzmässiger stetiger Tonbewegungsformen, die Freude an der Harmonie, d. h. Wohlzusammenfügung, hervor.

Dem Musiker kann man zwar unbedenklich zugeben, dass mit dem blossen mathematischen Naturgesetz das Wesen der musikalischen Kunst durchaus nicht erschöpft wird, weil die elementare Tonwelt mit dem ganzen, mathematisch nicht erklärten Reichthum des menschlichen Seelenlebens besondere ideelle Verbindungen eingeht, und diese erst das Material werden, mit dem die seelenvollste Kunst arbeitet.

Aber kein Musiker wird es leugnen, dass das arithmetische

Naturgesetz als die Grundlage und Vorbedingung selbst des psychischen Kunstgesetzes, geschweige denn des natürlichen Wohlgefühls unwiderleglich dasteht.

Zu welcher Zeit nun für diese Naturerscheinung im Gebiete des Geistes die einfache arithmetische Deutung gefunden wurde, ist genau nicht festzustellen. Die Griechen schreiben diese schöne wissenschaftliche Entdeckung dem Pythagoras und seiner Schule, der italischen Philosophenschule, zu, und es steht dies im Einklange, bildet sogar die Grundlage zu dem ganzen speculativen Charakter dieser Schule.

Die Pythagoräer also fanden zunächst, dass die Höhe eines Tons bei gleicher Spannung und Dicke der schwingenden Saite nur von der Länge derselben abhängt. Als sie nun die Saitenlängen, welche verschiedenen Tönen entsprachen, mit einander nicht blos verglichen, sondern genau maassen, fand sich als Ergebniss, dass je reiner zwei Töne consonirten, desto einfacher das Zahlenverhältniss der zugehörigen Saitenlängen war, ja dass der Grad der Reinheit und Schönheit einer Consonanz von dem Grade der Genauigkeit abhing, mit welchem das einfache Verhältniss der Saitenlängen (bei dem Grundton und der Quinte z. B. das Verhältniss 2 zu 3, bei der Quarte 3 zu 4) hergestellt war. Je genauer also z. B. stets auf 2 Schwingungen des einen Tones 3 Schwingungen des anderen Tones kamen, desto reiner war der Eindruck des consonirenden Intervalls, das wir Quinte nennen.

Diese Entdeckungen, eine schöne Frucht der ersten Versuche, die Wahrheit nicht durch Speculation allein, sondern durch saubere Messung zu ergründen, wurden dennoch zunächst nur der Ausgangspunkt neuer Speculation, der Ausgangspunkt einer grossartigen arithmetischen Symbolik, welche mit dem Gesetze der akustischen Harmonie auf einmal die ganze Welt umfassen und construiren wollte.

Ein arithmetisches Naturgesetz hat sich als der Kern einer durchaus reinen, edlen Empfindung menschlichen Glückes ergeben, welche sich gern zu allem Schönen und Guten des Lebens gesellte und sogar im süssen Verklingen der Töne über Raum und Zeit emporzuheben und den Geist von dem peinlichen Wechsel des Em-

pfindens ab-, der Unendlichkeit inneren Beschauens zuzuwenden vermochte.

Damit schien auf einmal ein Lichtstrahl in das Dunkel der Welterkenntniss zu fallen. War die Verwirklichung eines einfachen Zahlengesetzes in der Seele identisch mit der höchsten Erscheinung des Seelenlebens, mit der Seligkeit, dann war vielleicht die Verwirklichung einfacher Zahlengesetze auch in der ganzen Welt identisch mit der Seligkeit der Welt und diese Seligkeit vielleicht der Endzweck der Erscheinung.

Vermochte man also in den Erscheinungen der Natur diese Zahlengesetze zu entdecken, so schien dem denkenden Geiste überall, wo er sie zu finden wähnte, das Räthsel der Erscheinung gelöst, der Zweck derselben erfüllt. — Man verband also nicht allein im Geiste das Erscheinen eines Zahlengesetzes auf dem Wege des Denkens mit seiner geheimnissvollen Wirkung auf dem Wege der Empfindung, verband also nicht allein mathematische Erkenntniss mit musischem Wohlgefühl, sondern nahm auch an, dass die Erscheinung der Welt selbst von einer Seele umfasst werde, in welcher sich die Verwirklichung mathematischer Gesetze ebenso zu musischem Wohlgefühle verhalte, wie in der Menschenseele und dadurch der Weltzweck der Allbeglückung sich erfülle.

Aus dieser schwungvollen, begeisterten Speculation entstand ein rastloses Bestreben der italischen Schule, für die Verschiedenheiten der Körper, ihre Bewegungen und Veränderungen, für die Bewegungen am Himmel und die Veränderungen der Himmelserscheinungen, für Alles solche einfache Zahlengesetze aufzustellen, für welche bereits eine Erklärung und reale Berechtigung in den musischen Harmonieen durch die musikalische Empfindung des Glückes und der Schönheit nachgewiesen war.

Und das war der charakteristische Fehler dieser sonst so grossartigen Weltanschauung, dass wiederum nur diejenigen Zahlenverhältnisse, die in der musikalischen Empfindung eine menschliche Bedeutung hatten, dass nur diese als das Maass, als der innere Sinn der ganzen Welt betrachtet wurden, dass also die mathematisch-arithmetische Erkenntniss der Welt von vornherein wieder auf rein menschliche, elementare Kriterien beschränkt wurde.

Dennoch lässt sich der unendlich tiefe Sinn dieser Weltbetrachtung nicht verkennen und noch weniger verkennen, einen wie mächtigen Einfluss dieser weiche musische Zauber mathematischer Verhältnisse, die sonst für trocken gelten, auf die ganze Entwickelung der Zahlenlehre und der Geometrie der Pythagoräer geübt. Sie wurden die vorzugsweise mathematischen Philosophen und unvergängliche Kleinode sinnvoller Entdeckungen fielen ihnen dadurch zu.

In der besondern Anwendung jener Betrachtungsweise auf die Astronomie gestaltete sie sich etwa folgendermassen: Man kannte sieben Himmelskörper, deren jedem gewissermassen eine besondere Sphäre oder Kugelschicht zugehörte, den Mond, die Sonne, Venus, Merkur, Mars, Jupiter, Saturn.

Die Entfernungen dieser Sphären von der Erde waren unbekannt, sie mussten aber nach pythagoräischem Glauben eine Zahlenreihe bilden, die sich harmonisch darstellen liess, d. h. in musikalischen Intervallen ihr Bild hatte.

Weil man nun gar nichts Sicheres davon wusste, ja nicht einmal die Reihenfolge kannte, indem man Venus und Merkur bald diesseit, bald jenseit der Sonne setzte, so entstanden sehr verschiedene Zahlenreihen zur Darstellung der Entfernungen der Sphären von der Erde, die nur das Gemeinsame der wichtigen Bedeutung auch im Tonsystem hatten.

Diese verschiedenen harmonischen Zahlenreihen sind das, was man Harmonieen der Sphären nannte.

Ob man nun an eine wirkliche Tonerzeugung durch den Umschwung der Sphären dachte, die in dem Verhältniss gewisser Saitenlängen von einander abstanden, ist ein Gegenstand des Streites gewesen. Im Anfange der ganzen Symbolik, wo sie noch der akustischen Entdeckung näher stand, scheint dies der Fall gewesen zu sein; denn man meinte wohl, jene Sphärenaccorde seien uns nur deshalb nicht bewusst, weil sie von Jugend auf uns umschwebten. —

Auch später brauchte die Philosophie noch gern das schöne Gleichniss des klingenden Accordes, um die Gemüther auf der Leiter der Töne in das Reich seliger Erkenntniss empor zu führen. Platon in seiner Schrift über den Staat verbindet die Sphären sogar mit

singenden Sirenen, aber wir wissen, dass dies bei ihm nur Poesie der Darstellung ist. Denn er steht in den andern Schriften mit Bewusstsein auf der Seite der reineren mathematischen Ansicht, welche allmälig aus der akustischen hervorgegangen und welche die Erkenntniss einfacher Zahlengesetze überhaupt im Geiste für ein höheres, unabhängigeres Wohlgefühl hielt, als den instinctiven Genuss des Ohres.

Die Anhänger dieser Ansicht nannte man speciell Harmoniker, die an der engen Beziehung zu den Tönen und dem Ohre festhaltenden dagegen Organiker.

Aber auch der Ansicht der Harmoniker lag das Grundgesetz der Consonanzen, die menschliche Einfachheit des Zahlengesetzes, unverändert zu Grunde.

In Platon's Timaeus finden wir als eine der vielen erdachten Reihenfolgen der Abstände die folgende Harmonie:

Ist die Entfernung des Mondes 1,
so ist die der Sonne 2,
der Venus 3,
des Merkur . . . . $2^2 = 4$,
des Mars . . . . $2^3 = 8$,
des Jupiter . . . . $3^2 = 9$,
des Saturn . . . . $3^3 = 27$.

Es ist dies eine Reihe, die schon vielmehr einen rein arithmetischen, als elementar akustischen Charakter hat.

Inzwischen hatte die astronomische Wissenschaft mit Hülfe der strengen pythagoräischen Geometrie selbst schon einige Schritte realer Erkenntniss gethan.

Bald nach Platon wurde durch Aristarch wahrscheinlich gemacht, dass die Sonne nicht 2 mal, sondern mindestens 19 mal entfernter sein müsse, als der Mond, und Hipparch und Ptolemaeus bestrebten sich in der Folge, die Bewegungen und Entfernungen der Himmelskörper durch Zahlenlehre und Geometrie wirklich zu ergründen, obgleich die erste jugendliche Freude an mathematischen Erfolgen schon in der Zuversicht dieser Erkenntniss, nämlich dem blossen Begriffe der Einfachheit, geschwelgt hatte.

Ptolemaeus schrieb selbst eine neue Harmonik. Er gab die

harmonische Reihenfolge der Entfernungen auf, weil es ihm bis auf den Mond nicht gelang, die Entfernungen der Sphären verlässlich zu ermitteln, und es ihm, dem Forscher, nicht zusagte, länger Unbekanntes durch Willkürliches darzustellen.

Dagegen war seine Wissenschaft im Stande, ihm über die Umlaufszeiten, die verschiedenen zusammengesetzten Bewegungen und die Stellungen der Himmelskörper zu einander deutliche Zahlenangaben aus der Wirklichkeit zu gewähren.

Jetzt konnte die Harmonik einen neuen Schritt thun. Gelang es, jene wirklich ermittelten Zahlenverhältnisse unter ein harmonisches Gesetz zu bringen, so erlangte die Idee der Harmonik, bis dahin nur eine begeisternde Analogie, wirklich eine Existenz als Erklärungsprincip der Natur.

Leider aber ist, wenn auch nicht der Begriff des Consonirenden, so doch der des Harmonischen überhaupt schon im akustischen Sinne einer unendlichen Modification fähig und erlangt überdies durch die Vermischung mit der Zulassung des mathematisch-harmonischen (oder einfach Gesetzmässigen auch ohne direct akustische Bedeutung) eine so grosse Unbestimmtheit, dass es dem Ptolemaeus möglich war, am Himmel eine Menge von harmonischen Verhältnissen aufzufinden, ohne dass dadurch die Harmonik irgend eine Bestätigung erlangte, mehr zu sein, als ein entzückendes menschliches Bild der Wohlordnung überhaupt.

In diesem Zustand überkam Keppler die Harmonik der Alten, und sein glühendes Bedürfniss nach einem umfassenden Princip der Welterklärung liess ihn die alte Idee mit Begeisterung ergreifen.

Allerdings war wiederum ein wissenschaftlicher Fortschritt geschehen, der eine neue Prüfung der Harmonik an der Wirklichkeit erlaubte.

Durch Copernicus war zu der ptolemaeischen Kenntniss der Umlaufszeiten jetzt die wahre Kenntniss der Entfernungen hinzugefügt und die Reihenfolge der Planeten genau festgestellt worden.

Als Copernicus die Erde wandeln lehrte und dadurch die kleineren Kreise, welche die oberen Planeten nach Ptolemaeus auf ihren eigenen Bahnen noch zu beschreiben schienen, sämmtlich nur als die parallaktischen Bilder der Erdbewegung erklärte, war in der scheinbaren Grösse, in welcher diese Bilder der Erdbahn bei

Mars, Jupiter und Saturn erschienen, das Verhältniss der Entfernungen dieser Planeten von der Sonne zur Entfernung der Erde von der Sonne gegeben.

In noch einfacherer Weise bei Merkur und Venus.

Also jetzt war die Reihenfolge und das Verhältniss der Abstände, deren tiefes Geheimniss bis dahin unter dem Bilde der Harmonieen dargestellt worden, durch die Beobachtung und Rechnung selbst zum ersten Male exact bestimmt.

Fand sich nun wirklich in dieser von der Natur selbst dictirten Zahlenreihe ein einfaches harmonisches Gesetz?

Das war die grosse Frage, welche Keppler sich stellte. Er wollte also, was die pythagoräische Harmonik für das alte Weltbild der ruhenden Erde, umgeben von den 7 Sphären des Mondes, der Sonne etc., deren Entfernungen unbekannt waren, versucht hatte, jetzt auf das neue Weltbild des Copernicus anwenden, in welchem 6 Planeten (der Mond gehörte jetzt zur Erde) in bekannten Abständen die Sonne umkreisten.

Nach vergeblichen Versuchen, eine neue Harmonie der wirklichen Abstände zu finden, fiel Keppler endlich auf eine ganz neue Idee.

Das, was in der Zahlenlehre und in den Erscheinungen der Zeitfolge die Harmonie, war ja in der Raumlehre die Symmetrie.

War es nun nicht natürlicher, in den räumlichen Abständen nach Symmetrie zu forschen und die Harmonie nur in den Zeitmassen der Umläufe und Geschwindigkeiten zu suchen, die ja mit den akustischen Phänomenen näher verwandt waren?

Nun war für die Zahl 6 der Planeten in der Zahlenmystik der Pythagoräer kein Aufschluss; aber wenn man bedachte, dass zwischen den 6 Kugelflächen, welchen die Planetenkreise zugehörten, 5 concentrische Kugelräume lagen, so war für diese Zahl eine tiefe Bedeutung zu finden.

Fünf war eine bedeutungsvolle Zahl, denn es gab nur 5 reguläre Körper, wie die Pythagoräer schon behauptet, d. h. nur 5 Körper, die von völlig gleichen und gleiche Winkel bildenden Seitenflächen rings umschlossen werden.

Diese sind

das Tetraeder oder die dreiseitige Pyramide, begrenzt von 4 gleichseitigen Dreiecken,
der Würfel, begrenzt von 6 Quadraten,
das Oktaeder, begrenzt von 8 gleichseitigen Dreiecken,
das Ikosaeder, - - 20 - -
das Dodekaeder - - 12 regelmässigen Fünfecken.

Schon in Platon's Timaeus war diesen Körpern eine wichtige kosmische Bedeutung zugetheilt worden, indem

der Würfel	für die Elementarform	des erdigen Elementes,
das Tetraeder	- - -	des Feuers,
das Oktaeder	- - -	der Luft,
das Ikosaeder	- - -	des Wassers,
das Dodekaeder	- - -	des Himmelsraumes

erklärt worden war.

Keppler verfuhr nun mit diesen Körpern in ganz neuer Weise folgendermassen:

Um den Kugelraum, welcher die Merkurbahn fasst, construirte er ein denselben mit den Flächen berührendes Oktaeder, dann wurde, wie er berechnete, dieses Oktaeder in den Ecken von der Venussphäre umspannt, um diese letztere beschrieb er ein berührendes Ikosaeder, so wurde dieses nach seiner Rechnung äusserlich von der Sphäre der Erdbahn umspannt, und Dodekaeder, Tetraeder und Würfel bestimmten in ähnlicher Weise die Zwischenräume zwischen Erde und Mars, Mars und Jupiter und Jupiter und Saturn.

So erhielt jeder der 5 Zwischenräume seinen regulären Körper, und da für jeden dieser Körper der Abstand der Kugelfläche, die ihn von innen berührt und die ihn von aussen umspannt, geometrisch exact bestimmt ist, so gab die Aufeinanderfolge dieser Körper, die gewissermassen das architektonische Gerüst der Bahnräume wurden, ein genau bestimmtes Gesetz der Abstände.

Und in der That bei der obigen Reihenfolge der Körper erhielt Keppler durch Rechnung eine Reihe der Planetenabstände von der Sonne, die mit den wircklich beobachteten so übereinzustimmen schienen, dass Keppler glaubte, das Geheimniss des Weltbaus gefunden zu haben.

Er publicirte dies in dem bereits erwähnten Werk: „Mysterium Cosmographicum oder das Geheimniss des Weltbaues“.

Diese völlig neue Idee mit ihrem überraschenden scheinbaren Anschluss an die Wirklichkeit erregte ein immenses Aufsehen und umgab den jungen Mathematicus mit hohem Ruhm. Er erschien wie ein Baumeister der Welt. —

Auch über die Ostsee hin gelangte die Kunde davon nach einer kleinen Sundinsel, auf welcher sich damals ein neues Weltwunder aufgethan hatte, die Uranienburg des grossen Astronomen Tycho von Brahe.

Diese kleine Sundinsel, nicht weit von Kopenhagen, war damals der Mittelpunkt der Astronomie.

Was im Alterthum Alexandria gewesen mit den grossen metallenen Kreisen, an denen die Sonnenbewegung Jahrhunderte lang gemessen wurde, und anderen mächtigen Apparaten, das hatte sich in der Uranienburg erneuert.

Tycho, von seinem König freigebig unterstützt, hatte dort eine Sternenburg errichtet, auf welcher mit Messinstrumenten von bis dahin ungekannter Genauigkeit nach einem grossartigen Plane regelmässige Messungen der Ortsveränderungen der Sonne, des Mondes und aller Planeten am Himmel angestellt wurden.

Der grosse Held Tycho, der diesen Feldzug gegen die Geheimnisse des Himmels strategisch leitete (wie Keppler schreibt), hatte klar erkannt, was nach Copernicus Noth thue, nicht neue Theorie, sondern correcte, unbefangene Messung der wirklichen Bewegungen, und das hat die Uranienburg zu unvergänglichem Ruhme geleistet.

Als unsers Keppler's Weltbaugeheimniss auf der Uranienburg erschien, waren bereits 15 Jahre der eminentesten Thätigkeit dort verflossen und der grösste Theil des Schatzes gesammelt, auf dem die neuere Astronomie ruht.

Es war ein wichtiger Moment, als so zum ersten Male die beiden Geister sich begegneten, auf deren Zusammenwirken sich die Wissenschaft neu begründen sollte, der stolze ruhmbedeckte Forscher am Sternenhimmel, dessen höchster Stolz es doch nur war, demüthig die Natur zu befragen, und der junge unbekannte

Philosoph, dessen begeisterter Genius nur in der kühnsten weltumfassenden Theorie seine Befriedigung erkannte.

Tycho war von der Kühnheit des jungen Mannes erstaunt, aber erkannte sogleich mit richtigem Blicke, dass die Kraft philosophischer und mathematischer Begeisterung, die dieses Erstlingswerk erfüllte, das wahre Feuer sei, um auch das Erz seiner Beobachtungen in das Gold der Erkenntniss umzuschmelzen.

Er lud ihn zunächst zu sich ein und beeilte sich später, ihn nach Prag zu ziehen, als er nach dem Tode seines wohlgeneigten Königs, von Neid und von Intriguen gequält, die Uranienburg verliess und eine Freistatt bei Kaiser Rudolf in Prag fand.

Keppler selbst war von dem Erreichten noch lange nicht befriedigt. Denn nur die Verhältnisse der Entfernungen sah er in ein symmetrisches Bild gebracht, doch für die Geschwindigkeiten der Bewegung galt es immer noch, die reinen Verhältnisse der Harmonieen zu finden, die die Erklärung der Welt durch die Empfindung der Schönheit erst vollenden konnten.

Das war nun eine viel schwierigere Aufgabe, die er erst nach 20 Jahren in seiner grossen Weltharmonik für abgeschlossen hielt, nachdem auf dem Wege dazu das wahre Geheimniss der Bewegungen gefunden und damit die himmlische Mechanik geboren war.

Copernicus hatte noch mit den Alten angenommen, die Bewegungen am Himmel geschähen in Kreisen, als der vollkommensten Form, oder höchstens durch Zusammensensetzung von Kreisbewegungen.

Diese Zusammensetzung war auch bei Copernicus noch vielfach nöthig, da selbst die reinen Bewegungen der Planeten um die Sonne nicht gleichförmig, sondern mit veränderlichen Geschwindigkeiten vor sich gehen.

Eine neue Harmonik, die sich doch nicht mit der durchschnittlichen, mittleren Umlaufsbewegung im Kreise befriedigen konnte, sondern die wirklichen Bewegungen umfassen musste, hatte also die schwierige Aufgabe, erst diese Bewegungen ihrem physischen Gesetz nach genau zu ergründen, um zu erforschen, ob sich vielleicht dadurch das verworrene Bild harmonisch vereinfachen lasse.

Diese grosse Aufgabe und als ihr Endziel stets die Harmonik

schwebte Keppler fortan als Lebensaufgabe vor und erregte in ihm den glühenden Wunsch, den Schatz der Beobachtungen Tycho's heben zu dürfen, weil er glaubte, aus diesen Beobachtungen jenes wahre physische Gesetz der Bewegungen ergründen zu können, für welches die zusammengesetzten Kreisbewegungen ihm nur ein zwangvolles Bild und unharmonische Reihen ergaben.

Inzwischen hatte sich sein äusseres Leben trübe genug gestaltet. Ueber Steyermark war eine finstere Religionsverfolgung hereingebrochen und Keppler nur durch die geheime Fürsprache der Jesuiten, obgleich aus dem Amte entfernt, in einer erträglichen Lage erhalten.

Die Jesuiten hatten damals ein besonderes Interesse an ihm, das der Erwähnung werth ist, weil es einen Blick eröffnet in das Ineinandergreifen der Culturinteressen.

Die Jesuiten hatten bekanntlich in China festen Fuss gefasst und am Ende des 16. Jahrhunderts bereits einen Einfluss auf die chinesische Regierung gewonnen, der wesentlich auf der Ueberlegenheit der abendländischen Naturerkenntniss beruhte.

Das himmlische Reich war damals durch die Verwirrung seiner Zeitrechnung in eine traurige Verlegenheit gerathen.

Unter der mongolischen Dynastie hatte man dieselbe gewandten arabischen Astronomen ganz überlassen.

Als aber nach längerer Herrschaft die Fremden verjagt wurden, war unter den Mandarinen die chronologische Routine durch die längere Pause abhanden gekommen. Man setzte das Schema zwar mechanisch fort, aber da die Zeitrechnung der Chinesen von Zeit zu Zeit eine Correction durch die kundige Beobachtung des Mondes und der Sonne verlangte, gerieth man ohne diese allmälig in eine grosse Discordanz mit dem Himmel.

Und das hatte in China gar viel zu bedeuten, denn in dem himmlischen Reiche galt auch die Ordnung der himmlischen Erscheinungen als Symptom der geordneten Verwaltung und ihr Eintreffen — als Controle der Regierung.

Die Jesuiten erkannten daher, dass durch nichts ihre Macht für China so sicher begründet werden könnte, als durch astronomische Routine, und alle Jesuitencollegien erhielten daher den Be-

fehl, die Astronomie aufs Eifrigste zu fördern und tüchtige Kenner derselben nach China zu senden.

Daher das ungewöhnlich lebhafte Interesse an Keppler, dessen erstes Werk allgemein den Glauben erweckt hatte, er sei bestimmt, ein Reformator der Sternkunde zu werden und endlich Ordnung und Sicherheit in die Vorausberechnung der Himmelserscheinungen zu bringen.

Keppler erhielt sogar den Antrag, dem Orden zu dienen, selbst mit Beibehaltung seiner Religion. Er lehnte es jedoch ab, weil er dennoch den Ruf der Abtrünnigkeit fürchtete.

Mitten in der grossen Qual und Noth der Verfolgung fiel es da wie ein Lichtstrahl in Keppler's Leben, als jetzt Tycho ihn (im Jahre 1600) nach Prag berief, wo Kaiser Rudolf eine neue Heimath der Astronomie zu begründen versprach.

Keppler beeilte sich, dem Rufe zu folgen, und obwohl Tycho's herrisches Wesen das Zusammenwirken Anfangs öfter unterbrach, ward doch ein neues Thätigkeitsfeld für ihn eröffnet, auf welchem er endlich nach Tycho's Tode mit alleiniger Kraft und Geschicklichkeit den Sieg über die listigen Irrgänge der Planeten erringen und dieselben der Mathematik unterwerfen sollte (wie seine eigenen Worte lauten).

Tycho starb schon im Jahre 1601, und da Keppler sogleich vom Kaiser Rudolf zu seinem Nachfolger als kaiserlicher Astronom und Mathematicus ernannt wurde, kam der ganze Schatz der 21-jährigen Beobachtungen der Uranienburg in seine Hände, ein Beobachtungsverzeichniss, in welchem fast für jeden Tag des Jahres, also für sehr viele Standörter der Erde in ihrer Bahn, die Richtungen aufgezeichnet standen, in welchen die Planeten gesehen worden waren.

Auch die Apparate der kaiserlichen Sternwarte im Schlosse Benach bei Prag kamen unter seine Leitung, und obgleich Keppler's schwache Augen ihm selbst nur wenige Beobachtungen erlaubten, erhielt er doch durch Tycho's geschickten Schwiegersohn Tengnagel noch manche werthvolle Messung.

Wie nun Keppler aus diesen Beobachtungen eine Kenntniss der wahren Bahn ableitete, dürfte sich schwer in einem Vortrage erörtern lassen.

Ich will nur das Charakteristische der neuen Methode hervorheben, die wir schon früher als die rein experimentelle bezeichnet haben.

Obgleich mit einer grossen Zuversicht erfüllt, dass sich als Lösung des Problems einfache akustisch-harmonische Gesetze ergeben müssten, also in einem menschlichen Vorurtheil nach Art der Alten befangen, erkannte Keppler dennoch die Uebereinstimmung mit der Natur selbst für die höhere Instanz und versäumte nichts, verschwieg sich nichts, was zu einer reinen, unbefangenen Ergründung der Wirklichkeit führen konnte.

Er besass also die höchsten Eigenschaften eines philosophischen Forschers, er vereinigte die schwungvolle Speculation in der Theorie mit dem kühlsten Wahrheitssinn in der Erfahrung, das zuversichtliche, speculative Element des Alterthums mit dem meinungslosen experimentellen der Neuzeit.

Und wenn die Phantasie etwas mächtiger in ihm wogte, als unsern Tagen experimenteller Disciplin rathsam und erklärlich scheint, so bedenke man, dass gegenüber einer so berghohen Masse von Irrthum und ungefügem Erfahrungsstoff auch die Wogen des Denkens zu gewaltiger Höhe schwellen mussten.

Das astronomische Experiment, zu welchem Tycho und Keppler zusammenwirkten, war nun wesentlich das eines Feldmessers, eine gründliche, praktische Ausbeutung der copernicanischen Erdbewegung. Früher kannte man blos Standlinien auf der Erde, die für die himmlischen Entfernungen im Allgemeinen zu klein waren.

Jetzt, nachdem Copernicus uns im Weltraum wandern hiess, gab die Bewegung der Erde in ihrer Bahn, die man zunächst als kreisförmig betrachtete, diese Standlinien her.

Allerdings war das noch ein Fehler, denn man wollte ja die wirklichen Formen der Bahnen erst ergründen, aber glücklicherweise ein geringer, denn die Ellipse der Erdbahn ist von einem Kreise nicht sehr verschieden.

Unsere ganze Kenntniss der Natur beruht auf solchen falschen oder willkürlichen Annahmen, und die Kunst des Forschers oder die Gunst einer höheren Bestimmung ist nur die glückliche Wahl oder die glückliche Gewährung der Bedingungen, unter welchen

die unvermeidlichen Fehler der Annahmen die Wahrheit am Wenigsten verhüllen.

Mit Hülfe solcher Standlinien ward die Planetenwelt ausgemessen, wurden zunächst die Oerter des Planeten Mars, nachdem er an denselben Punkten seiner eigenen Bahn, d. h. nach einer vollen Zahl genau bekannter Umlaufszeiten von verschiedenen Standörtern der Erdbahn beobachtet war, trigonometrisch bestimmt, und wie man auf der Karte durch die trigonometrisch aufgenommenen Grenzörter eines Gebietes die Grenzlinie zeichnet, so zeichnete Keppler gewissermassen durch die verschiedenen Oerter des Planeten eine krumme Linie, deren Natur sich endlich als die einer Ellipse herausstellte.

Im Jahre 1609 veröffentlichte Keppler dies grosse Gesetz der elliptischen Bewegung, das zunächst am Planeten Mars erkannt war, da bei demselben die Bewegung besonders auffallend vom Kreise abwich.

Es blieb kein Zweifel übrig, dass die wahre Form der Bewegung endlich gefunden sei, und die Astronomie datirt von dem Erscheinen dieses Werkes, das Keppler selbst astronomia nova nannte, eine neue Aera.

Für Keppler selbst war aber das Gesetz der Bahnform und das zugleich gefundene der Flächengeschwindigkeit noch nicht das Endresultat. Es sollte ihm ja nur eine Brücke sein zu der Harmonik, und der Versuch, nachdem durch die Ellipse die wirklichen Bewegungen ergründet waren, jetzt in den Zeitmassen derselben harmonische Gesetze zu finden, beschäftigte ihn in den folgenden 10 Jahren seines Lebens unausgesetzt.

Wir würden darüber trauern können, denn wir wissen, dass nicht allein der ungefähre Anschluss der fünf Körper an die Zwischenräume der Planetenbahnen nur ein Hirngespinnst war, wie es sich oft in der Forschung wiederholt, wenn man aus einer kurzen und ungefähren Berührung von Zahlengesetzen auf ihre Identität schliesst, sondern wir wissen auch, wie die Zahlenverhältnisse am Himmel überhaupt so eigenartiger und verborgener Natur sind, dass die Zahlengesetze, die wir einfach und harmonisch nennen und in denen der instinctive Genuss unserer Empfindung befangen bleibt, sich zu

ihnen verhalten, wie die Gesetze der Atome zu den Gesetzen unseres Geistes.

Wir würden also über die vergebliche Mühe trauern können, wenn nicht die Weltharmonik unseres Keppler, die nach jenen 10 Jahren 1619 erschien, ein Kleinod enthielte, welches wir nur dieser harmonischen Speculation verdanken und welches in sich das grosse Gesetz der Anziehung verbarg, wie die Knospe die Blüthe.

Dieses dritte keppler'sche Gesetz, welches ein überaus einfaches Verhältniss zwischen den Entfernungen von der Sonne und den Geschwindigkeiten der Bewegung ausspricht, vollendet erst Keppler's Entdeckungen.

Die elliptische Bewegung hatte an sich etwas räthselhaftes, und erst durch die newton'sche Entdeckung der Anziehungskraft und ihrer Abhängigkeit von dem Quadrat der Entfernung konnte sie dem Geiste verständlich werden.

Da nun das dritte Gesetz diese Form der Anziehungskraft in seinem einfachen Zahlenausdruck verborgen enthält, so dürfen wir das ahnende Frohgefühl wohl gelten lassen, mit dem Keppler jetzt glaubte, das wahre arithmetische Weltgesetz gefunden zu haben, denn eine annähernd ähnliche Bedeutung hat in der That das einfache darin enthaltene Gesetz der Anziehung am Himmel.

Durch ein strenges, reales Gesetz also schien ihm die harmonische Anschauung in merkwürdiger Weise bestätigt. Dürfen wir uns deshalb wundern, wenn nun Keppler das ganze Planetensystem in ein grosses Harmonium verwandelt, in welchem jeder Planet mit seinen veränderlichen Geschwindigkeiten gewissermassen eine Melodie vertritt, und wenn er in dem Gesammtbilde dieser Harmonieen die Erklärung für alle scheinbare Willkür fand, die selbst nach der Entdeckung seiner drei Gesetze noch übrig blieb. Bei Mars z. B. verhielt sich die grösste Geschwindigkeit in der Sonnennähe zu der kleinsten in der Sonnenferne, wie 3 zu 2, also waren die Extreme bei Mars durch das Intervall der Quinte bestimmt, bei Jupiter durch das Intervall der grossen Terz, bei Saturn der kleinen Terz u. s. w. Die Geschwindigkeiten der verschiedenen Planeten consonirten nun wieder in bestimmter Weise mit einander, und diese merkwürdigen musikalischen Details erfüllen das Werk über die Weltharmonik.

Es ist darüber nur zu sagen, dass es stets möglich ist, annähernd einfache Zahlenverhältnisse in annähernd bekannten Zahlenreihen zu finden, dass aber solche Zahlenbeweise nur einer vorgefassten philosophischen Ueberzeugung genügen konnten.

Je genauer die Zahlen bekannt geworden sind, die Keppler zu Grunde legte, desto mehr sind jene einfachen Intervalle geschwunden, selbst der Gedanke, solche Reihen von numerischer Einfachheit zu finden, steht jetzt im Hintergrund.

Aber das dritte Gesetz, das alle Verhältnisse unter einem einzigen Zahlenausdruck zusammenfasste, hat unter gewissen seine formelle Wahrheit nicht beeinträchtigenden Bedingungen immer schärfere Bestätigung erhalten. —

Der geistige Fortschritt in Keppler's Harmonik gegen die der Alten lag im Wesentlichen einmal darin, dass hier nur wirkliche, physisch ergründete Daten zu Grunde gelegt wurden und dadurch wenigstens ein reales Zahlengesetz offenbar wurde, dann aber innerlich in der nach Copernicus nothwendigen Aufgebung der Erde als Ausgangspunkt und Gesichtspunkt der harmonischen Anordnung.

Um Keppler's Harmonik zu verstehen und zu geniessen, musste man sich nämlich erst auf die Sonne versetzen. Denn die Planeten erzeugten nach Keppler nicht wirkliche Töne, deren Zusammenklang überall dem geistigen Organ vernehmbar gewesen wäre, sondern die einfachen Verhältnisse ihrer Winkelgeschwindigkeiten konnten nur von der Sonne aus verstanden werden, und nur dort oder dem dorthin sich versetzenden Geiste konnten sie das Wohlgefühl schöner Gesetzmässigkeit bieten, welches der Schönheit der Musik verwandt war.

Von der Erde aus war der unmittelbare Eindruck der sich kreuzenden Linien durchaus verworren und einer einfachen Lösung nicht zugänglich, höchstens mit dem Gedanken der Gesetzmässigkeit zu umfassen.

So fliesst in Keppler die rein menschliche Symbolik der Alten in eine höhere hinüber. Aus einer harmonischen Wohlordnung, die erst ausserhalb der Erde zur Erscheinung kommt, geht unvermerkt ein höherer Gedanke hervor, der auch jetzt noch den philosophischen

Forscher erfüllen darf, der Gedanke, dass, was der menschliche Geist höchstens als gesetzmässig zu verstehen vermag, einem höheren Geiste vielleicht entsprechend unserm Bilde der Harmonie und Schönheit, d. h. im erhabensten Sinne als zweckmässig erscheint.

Mit Keppler's drittem Gesetz war also die neue Planetentheorie im allgemeinen Umriss vollendet.

Es lag der weiteren Forschung ob, in den gefundenen Formen der Bewegung die wirkenden Kräfte zu suchen. Keppler selbst machte noch einen Versuch dazu, indem er nach der mathematischen und harmonischen Begründung der Formen der Bewegung die physische, bewegende Ursache in der Rotation des Sonnenkörpers und in einer Art von magnetischer Anziehung zwischen der Sonne und den Planeten suchte.

Aber die Theorie der Kräfte oder die himmlische Mechanik sollte erst durch den Uebergang von Galilei's, mit Keppler gleichzeitigen, mechanischen Entdeckungen auf Newton zur Reife gelangen, und dem letzten Vertreter der Harmonik, d. h. der ästhetischen Theorie der Formen und Verhältnisse, der in dem dritten Gesetze den Schlussstein zu der schönen Wölbung dieses hohen, jugendlichen Weltgedankens fügte, war es nicht bestimmt, mehr als den Grundstein zu dem neuen Gebäude der Mechanik zu legen.

Es bleibt mir jetzt noch übrig, nachdem ich die Weltharmonik als die integrirende Grundlage von Keppler's wissenschaftlichen Entdeckungen geschildert habe, noch eine andere Seite jener Idee in kurzen Zügen hervorzuheben, nämlich das Licht edler Heiterkeit, das sie über Keppler's ganzes Leben ausgoss, trotzdem es mit Trübsal erfüllt war.

Obgleich Keppler fast zeitlebens die glänzende Stellung eines kaiserlichen Mathematicus einnahm, hatte er doch stets mit bitterer Noth zu kämpfen, denn die kaiserliche Kasse litt beständig an einer so schlimmen Ebbe, dass sie ihm gegen Ende seines Lebens allein an Gehaltsrückständen 14,000 Gulden schuldig geworden war.

Kaiser Rudolf hatte Tycho und Keppler zum Theil aus astrologischen Neigungen, zum Theil aus wirklicher Liebe zur Wissenschaft zu einer solchen Stelle berufen.

Keppler dankte ihm dafür durch die herzlichste Anhänglichkeit, und als der gedankenvolle, aber schwachmüthige Monarch von seinen Brüdern der Herrschaft beraubt und krank im Schlosse zu Prag gefangen gehalten wurde, da war die Unterhaltung mit seinem Mathematicus, den schon die Weltharmonie erfüllte, bis zum Tode seine erheiterndste Beschäftigung.

Der Nachfolger Rudolf's, Matthias, bestätigte Keppler in seinem Amte, bewirkte sogar, dass er im Jahre 1613 von dem Reichstage zu Regensburg als Mathematicus des Reiches bestätigt wurde.

Diese officielle Stellung bezog sich hauptsächlich auf die Kalenderverbesserung, welche der Kaiser durchführen, aber ein Theil der Reichsfürsten, als päbstlich, nicht annehmen wollte. Keppler musste darüber dem Reichstage referiren, und es entstand sogar unter den Parteien ein Streit über seine Besoldung. Den Geldmangel aber vermochte auch die Abstimmung des Reichstages nicht zu beseitigen, und bis zum Lebensende musste Keppler beständig sollicitiren, um nur das Nöthigste zu erhalten.

Dennoch ist zu erwähnen, dass mitten im dreissigjährigen Kriege selbst der bigotte Ferdinand sich bewegen liess, einige tausend Gulden herzugeben, damit endlich, nachdem Keppler die wahren Gesetze der Planetenbewegung gefunden, auch für längere Zeit im Voraus die Oerter der Himmelskörper berechnet werden konnten. Darauf harrten auch alle seefahrenden Nationen, welche allein durch Vergleichung der beobachteten Stellungen am Himmel mit den für die Zeiten eines bestimmten Meridians vorausberechneten ihren Ort auf dem Meere mit Sicherheit finden können, und König Jakob I. von England hatte Keppler zur Zeit der grössten kaiserlichen Kargheit glänzende Anerbietungen machen lassen; aber Keppler wollte den Ruhm der Tafeln, die Rudolf's Namen führen sollten, dem kaiserlichen Hause nicht entziehen.

Als diese rudolfinischen Tafeln endlich im Jahre 1627 erschienen, erfüllte sich bald die Erde bis zu den beiden Indien mit ihrem Rufe, und die Jesuiten in China setzten sich fester in dem mathematischen Tribunal zu Peking.

Keppler hatte im Jahre 1612 Prag verlassen, um in Linz die Stelle eines mathematischen Lehrers anzunehmen, was der Kaiser

seinem Astronomen als finanzielle Aushülfe gestatten musste, und in Linz blieb er mit einigen Unterbrechungen bis zu der Zeit, wo er in nähere Beziehung zu Wallenstein trat.

In die linzer Zeit fällt jene traurige Episode seines Lebens, wo er seine Mutter in dem qualvollen Hexenprozess, den ich bereits erwähnt, vertheidigen musste.

Nur der energischen Intervention des Sohnes gelang es, durchzusetzen, dass die Mutter der Tortur nicht unterworfen, sondern blos damit bedroht werden durfte.

Als Katharina Keppler unter diesen Drohungen fest und gottselig blieb, bewirkte Keppler endlich ihre Befreiung. Es gelang ihm sogar, durch die menschliche Wärme und die bewegliche Lebendigkeit seiner Vertheidigung einen Einfluss auf die Milderung des ganzen Verfahrens in Württemberg zu gewinnen.

Dennoch bildet in dieser ganzen Episode die Weltharmònie im Geiste dieses Mannes und die Teufelsfurcht im Heimathlande einen gar bittern Contrast.

Unter Gemüthspein, Noth und noch dazu Kriegsdrangsalen der schlimmsten Art verfloss so das Leben. Dennoch athmen die Briefe unseres Keppler aus dieser ganzen Zeit eine Heiterkeit, ein Glück des Ideenlebens, welches einen gar erquickenden Gegensatz zu dem Drange der wüsten Zeit bildet.

Besonders als er sein Werk über die Weltharmonik vollendet hatte und das Streben des ganzen Alterthums erfüllt, den Bau der ganzen Zukunft begründet sah, wird der Ausdruck seiner Briefe so freudig, so entzückt, dass man sie nicht lesen kann, ohne die mächtige Wirkung der Harmonie im Seelenleben zu empfinden.

Das Ende seines Lebens verbrachte Keppler in der Nähe Wallenstein's. Mit diesem war er schon früher durch das astrologische Bedürfniss des böhmischen Edelmannes in Verbindung gekommen.

Später hatte Wallenstein Geldverpflichtungen gegen Keppler übernommen, als er die Nürnberger hinderte, eine Anweisung des Kaisers an Keppler auszuzahlen. Deshalb wies der Kaiser endlich seinen Mathematicus ganz dem neuen Reichsfürsten zu, dem es gar

nicht unerwünscht war, den sternkundigen Keppler an seinen Hof nach Sagan zu ziehen.

Wallenstein trieb aber nur der astrologische Aberglaube dazu, und so kam zwischen den beiden Männern kein näheres Verhältniss zu Stande.

Die Astrologie war die grösste Disharmonie in Keppler's Leben.

Seinem erleuchteten Verstande widerstrebte das lächerliche Detail dieser Wahrsagungen, und doch schien es seiner Geistesrichtung nicht ganz fern zu liegen, so wie er eine Harmonie der Bewegungen, von der Sonne gesehen, annahm, auch in den Stellungen der Gestirne von der Erde aus auf das mögliche Vorkommen einfacher Zahlenverhältnisse wenigstens zu achten.

Standen zwei Planeten einander am Himmel gerade gegenüber, so wirkten nach seiner Ansicht gewissermassen die Bewegungen ihrer Lichtstrahlen einander entgegen, standen sie gerade um $^1/_4$-Kreis von einander entfernt, so erfolgte ein eigenthümliches, bedingtes Zusammenwirken der Strahlen, und in ähnlicher Weise war Keppler geneigt, solche erregende, gewissermassen optisch-harmonische Wirkungen der Gestirne auf das Seelenleben anzunehmen, welche allerdings einen leisen Einfluss auf die Lebensentwickelung auszuüben vermöchten.

Wir erkennen jedoch in dieser Theorie wohl noch mehr das psychische Gesetz der Harmonie, welches ihn zwang eine Thätigkeit, die ihm von aussen her aufgenöthigt wurde, in eine gewisse Verbindung mit seinem Ideenleben zu setzen.

Man könnte diess traurig und bedenklich finden, wenn wir nicht einige Prognostika von Keppler besässen, die uns zeigen, wie kühn und offen er Kaiser und Fürsten gegenüber den Aberglauben tadelt, wie frei er sie auffordert, nicht auf jene leise, fast unmerkliche Wirkung der Gestirne, sondern vielmehr auf die mächtigen Antriebe klaren Denkens und sittlichen Wollens zu achten.

In einem Briefe, der für Kaiser Rudolf bestimmt ist, spricht er es geradezu aus, jene Astrologie, die er meine, habe nur einen Charakter feiner, kosmischer Deutung. Das Menschenleben, besonders aber das der Grossen, sei so gewaltigen irdischen Einflüssen unterworfen, dass ein Fürst in Unheil fallen müsse, wenn er sich

durch kosmische Theorie die klare Beobachtung der irdischen Verhältnisse verhüllen lasse.

Besonders interessant sind in dieser Beziehung die beiden Prognostika, die er Wallenstein stellte, und die wir, mit Randbemerkungen von Wallenstein's Hand, besitzen.

Wir sehen Keppler fast zu jeder Deutung eine Warnung davor hinzufügend, Wallenstein dagegen trotzdem bei dem geringsten Eintreffen (sei es auch noch so fern) in Erstaunen gerathend.

Keppler erwähnt z. B. in der ersten Nativität, dass im 33. Jahre des Befragenden nach dem astrologischen Kanon eine Heirath desselben mit einer Wittwe, reich an Geld und Gütern, prognosticiret sei. Wallenstein vollzog eine solche schon im 26. Jahre, demungeachtet verwundert er sich schier, wie genau Keppler die Wittib ad vivum, d. h. zum Sprechen ähnlich, describiret habe.

Keppler hat im Jahre 1604 die Erkrankung an der Pest vermuthet; dieselbe ist 1605 erfolgt, und Wallenstein bittet deshalb, aus diesem verspäteten Eintreffen die Verbesserung der Geburtsstunde und damit ein neues Prognostikon zu berechnen.

Keppler findet nun sehr gelehrt, aber fast mit Humor, man könne daraus auf einen Fehler in der Angabe der Geburtsstunde von etwa 15 Minuten schliessen; verbessere man so, dann verspäte sich, wie gewünscht, die Pest um ein Jahr; aber man sähe daraus erst recht, wie wenig auf solche Details zu geben sei.

Auch seien bei den Krankheiten der Herren wohl oft weniger die Sterne, als die Unmässigkeit, besonders im Trinken, Schuld.

Dann spottet er über die Astrologen von Handwerk und sagt von ihrem Verfahren:

„Wann das Rathen so auf das Ja und Nein gerichtet ist, so trifft man allwegen ungefährlich den halben Theil und fehlet auf den halben Theil. Das Treffen behält man nach der Weiber Art, das Fehlen aber vergisset man, weil es nicht Besunders ist, und damit bleibt der Astrologus in Ehren.“

Man kann diesen alltäglichen Schlussfehler, der allem solchen Glauben zu Grunde liegt, nicht leicht treffender charakterisiren.

In dem letzten Prognostikon, 1625, noch vor der Vollendung der rudolfinischen Tafeln, schliesst Keppler endlich sogar mit der

Ermahnung: Wenn Wallenstein wirklich Sinn für die astronomischen Recreationes habe, dann solle er doch lieber Frieden halten, damit die edle Astronomia in Ruhe die verbesserten Tafeln zu Ende führen könne, nach welchen man in ganz Europa, sogar in India viele Jahre lang nachgefragt.

Ein Mann, der mit solcher Kühnheit und Freiheit selbst den gewaltigen Kriegshelden dem geistigen Gesetze seines eigenen Lebens zu unterwerfen gedachte, war auf die Dauer kein Gefährte für den Friedländer; ja man muss es sogar als ein Zeichen von Geistesgrösse betrachten, dass er ihn trotzdem in seine Nähe zog.

Nachdem ihn Wallenstein zum Professor in Rostock ernannt, aber Keppler diese Ernennung nur mit der Garantie seiner sämmtlichen Forderungen hatte annehmen wollen, lösten sich die Beziehungen immer mehr, und Wallenstein wandte sich zu seinem Astrologen Zeno.

Endlich beschloss Keppler im Jahre 1630 sein letztes Heil auf dem Regensburger Reichstage zu suchen und dort die Erfüllung seiner Forderungen nicht allein für die grossen Summen, die er aus eigenem Erwerb auf die rudolfinischen Tafeln gewandt, sondern auch für die weitere Veröffentlichung seiner wichtigen Vorausberechnungen, der Ephemeriden, zu verlangen.

Nach einem erschöpfenden Ritt von Sagan nach Regensburg durch das verwüstete Land erlag er endlich, als er bei dem mit der Anklage Wallenstein's beschäftigten Reichstage kein Ohr für seine Forderungen fand, der Anstrengung, der Sorge und der Enttäuschung.

Unbeachtet erlosch da das Auge eines Geistes, der in einer Zeit, welche man aus den Annalen Deutschlands tilgen möchte, fast das einzige Licht war, welches verheissend über dem Vaterlande leuchtete.

In der sonnigen Heiterkeit der italischen Gefilde und des alten Hellas war eine entzückende Idee in den Geistern der jugendlichen Menschheit geboren worden, und nach Jahrhunderten der Verborgenheit war sie unter dunkleren Wolken wieder eingekehrt in die Seele eines Mannes, den sie allein mit der Gluth ihrer Begeisterung emporheben konnte über eine wilde, gährende Zeit, auf dass

er, unbeirrt von Wuth und Schrecken, als eine Brücke zu besseren Zeiten allein der reinen Schönheit der Erkenntniss diene.

In Regensburg ward ihm durch Carl von Dalberg im Jahre 1808 ein Denkmal gesetzt mit einer Büste von Döll und einem Basrelief von Dannecker, auf welchem Keppler's Genius den Schleier vom Antlitz der Muse der Sternkunde zieht, wie man deuten könnte, damit Urania fortan, des Schleiers der Symbolik ledig, mit hellem Blick die Welt betrachte.



Ueber Zeitmaasse und ihre Verwaltung durch die Astronomie.

Vortrag

gehalten im wissenschaftlichen Vereine zu Berlin am 13. Februar 1874.

Die Aufgabe, die mir heute vorliegt, ist eine in gewisser Hinsicht gefährliche.

Will ich der hochverehrten Versammlung eine klare Anschauung des Wesens der Zeitmaasse vorführen, so wird es nothwendig, über das Wesen der Zeit selbst zu reden, und will ich mit Ihnen in das Wesen der Zeit eindringen, so wird es unvermeidlich, gewisse Probleme der Seelenwissenschaft zu berühren, welche selbst noch in tiefes Dunkel gehüllt sind.

Kurz die Gefahr, dass ich als Astronom in der Behandlung dieses Thema's über das Gebiet meiner Competenz hinausgehe, ist eine fast unvermeidliche.

Möge es mir denn gelingen, wenigstens die rechten Formen dafür zu finden, möge es mir gelingen, das Dunkel, das ich nicht erleuchten kann, wenigstens mit einem harmonischen Klange zu durchdringen.

Es liesse sich über mein Thema offenbar gar Vieles sagen, ohne dass man sich mit der Untersuchung der Begriffe einzulassen brauchte.

Alle Welt weiss, was Zeitmaasse schlechtweg bedeuten, wie und wozu man sie braucht.

Ich könnte also ohne Weiteres von der Geschichte der Monats- und Jahresrechnungen, ferner von der Erfindung der Uhren, von Sonnenuhren, Wasseruhren, Räderuhren, Federuhren, Pendeluhren und endlich noch von elektrischen Uhren reden.

Aber diess wäre, so scheint mir, nicht die würdigste Art, wie die Astronomie das knappe Zeitmaass einer Stunde hier zu verwalten hat, um in dieser theilnahmvollen Versammlung ihren Tribut an die Gemeinschaft menschlicher Interessen zu entrichten.

Gestatten Sie mir vielmehr in diesem Vortrage auszuführen, wie ich das Wesen der Zeitmessung in ihrer Verbindung mit der Astronomie auffasse, und wie sich im Verlaufe der menschlichen Entwickelung das Verhältniss der Astronomie zu der Zeitmessung gestaltet hat.

Die griechischen Philosophen nennen die Gestirne die Organe der Zeit, die Sonne des Jahres, den Mond des Monats, den Fixsternhimmel mit seinem scheinbaren täglichen Umschwung das Organ der Zeiteinheit, des Tages.

Was heisst das nun? Organe der Zeit! Gäbe es keine Zeitmessung ohne die Gestirne? Liegt die Quelle nicht näher, in der der Strom der Zeiten quillt, und sind die Rhythmen des Umschwunges der Gestirne die einzigen, die dem chaotischen Strome des Werdens die Form der Zeit oder der gesetzmässigen Erkenntniss geben?

In der That jene Quelle liegt näher, und jene Rhythmen am Himmel, sie sind nur ein Hülfsmittel für die Fixirung derjenigen Rhythmen, welche eine Grundform unserer eigenen Seelenthätigkeit bilden und deren reinste und abstracteste Erscheinung wir die Zahl nennen.

Auf dieser Grundform unseres Erkennens und Bildens, auf der Zahl und Zählung erbaut sich auch die Form der Zeit und der Zeitmessung.

Wollen wir das Wesen der Zeit tiefer ergründen, so müssen wir den Inhalt des Wortes zunächst reinigen und begrenzen.

Kant hat in der Kritik der reinen Vernunft, die Anschau-

ungsform „Zeit“ als die der Folge des Geschehens im Bewusstsein gefasst.

„Die Zeit“, sagt er, „ist nichts anderes, als die Form des inneren Sinnes, d. i. des Anschauens unserer selbst und unseres inneren Zustandes.“

Sowie ihm der Raum als reine Form aller in den äusseren Sinnen angeregten Erscheinungen, als die Form ihres momentanen Nebeneinanderseins gilt, so ist ihm die Zeit die Form des Nacheinander aller Erscheinungen im Bewusstsein, die formale Bedingung aller Erscheinungen überhaupt.

Ist denn nun aber, so können wir fragen, die Art der Zeitfolge alles Geschehens im Bewustsein einem und demselben Gesetze, einer und derselben Form unterworfen? Müssen wir nicht vielmehr zwei wesentlich und gesetzlich verschiedene Arten der Folge im Bewusstsein annehmen?

In der Tiefe des kant'schen Idealismus finden wir auch auf diese Frage Antwort, aber eine verhüllte schwierige Antwort, statt deren ich hier versuchen will, eine andere Betrachtung zu geben, die auf philosophische Gelehrsamkeit und speculative Tragweite keinerlei Anspruch erhebt, aber für die Darstellung des Wesens der Zeitmaasse unumgänglich ist. Dieselbe schliesst sich eng an die Bedenken an, welche bereits Lambert in einem Briefe vom Jahre 1770 gegen Kant selbst geäussert hat.

Es giebt in der That zwei verschiedene Arten der Zeitfolge des Geschehens in der Seele selbst.

Die eine Gruppe von Erscheinungen, welche von aussen durch die Pforten der Sinne auf den Wellen der Luft, des Aethers, des Nervenstromes auf uns eindringen, lässt verhältnissmässig einfache Gesetze der Zeitfolge des Geschehens, Bewegens und Werdens erkennen, sogar bis zu dem Grade, dass wir im Stande sind, im Voraus die zukünftige Fortsetzung dieser Reihenfolge in vielen Fällen anzugeben, also das äusserlich Wahrgenommene in eine gesetzlich geordnete Reihe aufzunehmen und zwar gerade mit Hülfe einer zweiten anders geordneten Erscheinungswelt. Diese andere Gruppe von Erscheinungen der Seele, welche in den innersten Tiefen derselben gesammelt wird und von dort emporsteigt

in das Licht des Bewusstseins, lässt dagegen ein **einfaches** Gesetz der Folge durchaus nicht erkennen.

Die Reihenfolge ist eine durchaus geheimnissvolle und wir bezeichnen das Geheimniss dieses Gesetzes mit dem schönen Namen der „menschlichen Freiheit".

Aber wenn auch in diesem Gebiete das Gesetz der Zeitfolge geheimnissvoll ist, so erkennen wir doch, dass es ein anderes ist, als das der unmittelbar von aussen empfangenen Erscheinungen. Denn wenn das äusserlich Wahrgenommene selbst in die Tiefen der Seele aufgenommen ist, so ist es von dort an von den Gesetzen des Werdens und Bewegens und der Veränderung, denen es in der sinnlich wahrgenommenen Erscheinungswelt unterworfen ist, befreit, hat eine Stufe höheren und beständigeren Daseins erreicht und wir bemerken deutlich, dass die Wellen, von denen getragen es von jetzt ab unverwelklich im Bewusstsein emportaucht, nach ganz anderen Gesetzen wandeln als die elementaren Erscheinungen der Aussenwelt.

In jener inneren Welt ruft ein Klang tausend Klänge aus allen Zeiten hervor, in ihr lebt eine wunderbare Kraft, welche das in der Zeit draussen Geschehene bewahrt, und das Bewahrte **ohne** Hinderung durch seine Stelle in der äussern Zeitfolge des Werdens verbindet nach Gesetzen, die viel tiefer und geheimnissvoller sind, als die in der Natur bisher gefundenen, nach Gesetzen, welche wir nur bildlich mit den Gesetzen der Tonverwandtschaften vergleichen können.

Wie es im Faust heisst von dem zeitlosen Reiche der Mütter, so kann man hier sagen:

> **Was einmal war**, in allem Glanz und Schein,
> Es regt sich hier, denn es will ewig sein.

Wenn wir somit zwei Welten von Erscheinungen im Bewusstsein constatiren, welche sich wesentlich dadurch unterscheiden, dass die Zeitfolge der einen in der andern aufgehoben ist, so wird es in der That möglich, einen Schritt näher zu der Entscheidung zu thun, ob die Formen Beider blos die Formen innerer Anschauung sind, oder ob wir nicht in der einen, welche wir notorisch nur bei nach aussen

geöffneten Sinnen empfangen, positiv eine äussere Wirklichkeit nach ihren Gesetzen erkennen.

Beide Formen der Folge auf das Bewusstsein beschränken, hiesse einen Dualismus des Bewusstseins annehmen, welcher nur ein anderer Ausdruck wäre für die Gegenüberstellung der Wirklichkeit einer unablässig fliessenden und werdenden Aussenwelt und der Wirklichkeit der wandelloseren Seelenwelt.

Genug, man wird zugeben, dass es nothwendig ist, in etwas anderer Weise als bei Kant geschehen, zu bestimmen, welches Folgen von Erscheinungen wir gewöhnlich durch die Form „Zeit" bezeichnen.

Offenbar diejenige Folgeordnung, in welcher allein wir bisher einfache Gesetze zu finden und die Principien der Zählung anzuwenden vermochten; also ist die Zeit, enger begrenzt, nur die Folge der unmittelbar durch die Sinne emfangenen Wahrnehmungen. Sie bestimmt sich durch die Reihe, in welcher die Veränderungen der von den drei Dimensionen des Raumes bestimmten Gebilde der Körperwelt aufeinander folgen. Wie richtig diese Bestimmung ist, geht u. A. auch aus den Täuschungen über das Maass der Zeit hervor, denen wir stets ausgesetzt sind, sobald kein sinnlich wahrgenommenes, äusseres Geschehen als Anhaltspunkt der Messung in die Seele gedrungen ist. Daher die unzähligen Verwunderungen der Menschen über die seltsame Ungleichförmigkeit ihrer Zeitschätzungen. —

Wie aus dem Nebeneinander von Punkten die Linie, von Linien die Fläche, von Flächen der körperliche Raum, so entsteht aus der Aufeinanderfolge von räumlichen Gebilden die Zeit, d. i. die Erstreckung unserer Welt in der Richtung des Werdens.

Nun haben wir für die Wahrnehmung der räumlichen Dimensionen unsere Sinne, für die Wahrnehmung der Aufeinanderfolge der räumlichen Gebilde oder der werdenden Dimension der Welt haben wir dagegen die Kräfte der Seele, welche das Vergangene tief und treu bewahren und dadurch die Entstehung eines Bildes der Folge ebenso ermöglichen, wie unsere Sinne durch Bewahrungen und Vereinigungen von kürzerer Spannweite die Entstehung des Raumgebildes aus Punkten, Linien und Flächen.

Also eben dadurch, dass in der eigentlichen inneren, gewissermassen reflectirten Erscheinungswelt der Seele das Gesetz jener Zeitfolge aufgehoben ist, dass dort die Gebilde nicht so spurlos verwehen, wie in den Sinnen, dass dort, was die Aussenwelt einmal hineingestrahlt und -geströmt hat, zu jeder Zeit, also zeitlos im Verhältniss zur äusseren Folge, wenngleich zeitlich nach seinen eigenen Gesetzen der Folge, wieder an den Tag des Bewusstseins treten kann, dadurch allein wird ein Zeitmaass für die Welt denkbar, dadurch eine Erkenntniss des Werdens möglich.

Aber auch zur Erkenntniss des momentanen Nebeneinanderseins bedürfen wir schon der Fixirung der Zeitfolge.

Die Messung und Vergleichung des Räumlichen, unterstützt von den rhythmischen Grundformen und den erschlossenen Hülfsmitteln des Zahlenreiches, kann, wie alle Thätigkeit, nur in der Zeit stattfinden, und da sich mit der Zeit alles Räumliche ändert, so wäre eine strenge Messung und Vergleichung selbst des Räumlichen nicht möglich, wenn wir gar keine Kenntniss seiner Veränderung mit der Zeit hätten.

Wenn wir z. B. einen Maassstab herstellen, indem wir wiederholt ein und dieselbe Länge, stets den Anfang der neuen Lage an das markirte Ende der vorigen schliessend, auf einen Stab auftragen, so verändert sich während der Auftragung sowohl die Länge der einzelnen Stücke des Stabes, als auch die Länge der als identisch angelegten Maasseinheit durch die fortwährenden Veränderungen der Temperatur, welche alle körperlichen Ausdehnungen afficirt.

Wir müssen also eine Kenntniss von diesen der Zeit folgenden Veränderungen haben, um sie entweder durch eine gewisse Schnelligkeit oder Vorsicht der Operationen erfahrungsmässig bis zu einem gewissen Grade unschädlich machen zu können, oder um jene Veränderungen mit einer genügenden Annäherung messen und in Rechnung bringen zu können.

In der That ist der Fortschritt in der genauen Ausmessung des Raumes in neuerer Zeit hauptsächlich durch eine genauere Rücksicht auf die in der Zeitfolge stattfindenden Veränderungen der Messapparate gefördert worden.

Zur genauen Ausmessung der Seitenlängen von Dreiecken, mit denen man die Grösse der Erde bestimmt, wendet man z. B. jetzt Maassstäbe an, die ihre veränderliche Temperatur, also auch die Veränderung ihrer Länge, beständig selbst angeben.

Viel ungünstiger steht es um unsere absolute Sicherheit bei der Zeitmessung selbst und hier ist der Punkt, wo die Astronomie eintreten muss, um unsere Messungen und Schlüsse in der Richtung der Zeitfolge oder des Werdens zu sichern.

Während uns für die räumlichen Messungen unsere Erfahrungen und Schlüsse über die Erscheinungen der Zeitfolge eine höhere Instanz und Controle gewähren und uns die Bedingungen augenblicklicher räumlicher Gleichheit mit grosser Annäherung durch Rechnung erreichen lassen, fehlt jene Controle für die Zeitmessungen gänzlich.

Wir sind nicht im Stande für die Gleichheit zweier Zeitintervalle irgend eine vollkommen zuverlässige Controle anzugeben.

Wollten wir sagen, gleiche Zeitabschnitte sind solche, in denen gleichförmig bewegte Körper messbar gleiche Räume zurücklegen, so müssten wir erst definiren, was gleichförmige Bewegung ist.

Nun! gleichförmige Bewegung, sagt man gewöhnlich, ist eine solche, die in gleichen Zeiten gleiche Räume durchmisst.

Und damit haben wir wieder die gleichen Zeiten schon in der Voraussetzung. Oder wir könnten sagen: gleichförmige Bewegungen sind solche, die unter der Wirkung eines unveränderlichen Kraftimpulses geschehen. Aber auch das Maass von Kräften wird uns durch das Zeitmaass erst möglich.

Kurzum, die einfacheren Operationen unseres Schlussvermögens verlassen uns bei diesem Problem durchaus, da in unserer Seele über der Kraft die Zeitfolge zu fassen und zu bewahren, unmittelbar keine höhere Controle in derselben Art mehr waltet, wie jene Kraft selbst über den räumlichen Messungen waltet.

Zunächst ist uns nur die Kenntniss der Zeitfolge verbürgt, die messende Erkenntniss derselben liegt noch darüber in einer Höhe, die nur durch grossartige und stetige Schlussbauwerke zu erreichen ist.

Wir sind allerdings zunächst genöthigt, wenn wir auf die blosse Kenntniss der Zeitfolge irgend sichere Schlüsse begründen wollen, wenigstens näherungsweise irgend ein Maass zu Grunde zu legen und irgend ein Zählungssystem darauf zu begründen.

Mit anderen Worten: Statt der exact-gleichen Zeitabschnitte, die nur eine Forderung der Gedanken, kein Geschenk der Wahrnehmung sind, müssen wir wenigstens ideal-gleiche Zeitabschnitte als Norm aufstellen, d. h. solche, die durch möglichst einfach begrenzte Veränderungen räumlicher Gebilde, durch erfahrungsmässig möglichst unveränderliche Bewegungen gegeben sind.

Ganz besonders wichtig sind in dieser Beziehung alle in sich wiederkehrenden Bewegungsformen, wenngleich sie streng genommen auch nie unter denselben Bedingungen wiederkehren, also alle Schwingungen und Umdrehungen von Körpern.

Die nahezu geschlossene Wiederkehr derselben bietet die natürlichste Maasseinheit der Zeit dar. Rundet sich die Bewegung und kehrt Ende in Anfang zurück, so gleicht die Zählung und Eintheilung der Zeit durch solche Bewegungsphänomene annähernd dem Verfahren einen Maassstab einzutheilen, indem man ein und dieselbe Theillänge repetirend aufträgt.

Und solche Bewegungen liefert uns allein in genügender Annäherung die astronomische Messung der Himmelserscheinungen.

Nur in den himmlischen Bewegungen und in den Bewegungen der Erde selbst im Himmelsraum sind die Veränderungen langsam genug, um uns Jahrhunderte lang fast unveränderliche Maasseinheiten zu bieten. Und nur die langsamen Pulse jener Veränderungen gewähren uns die Möglichkeit für die schnelleren Rhythmen des Erdenlebens ein genähertes Gleichmaass der Zeit unserer messenden Erkenntniss zu Grunde zu legen, während seine absolute und directe Bestimmung unserer Seele nicht gewährt ist.

Gestatten Sie mir jetzt, um Sie nicht länger durch so trockene Anschauungen zu ermüden, dass ich den historischen Weg beschreite und Sie an der Hand jener allgemeineren Betrachtungen auf dem lebensvolleren Wege menschlicher Entwickelung zu dem Zustande hinführe, welchen die Zeitmessung jetzt mit Hülfe der Astronomie erlangt hat.

Es würde natürlich thöricht sein, wenn wir die eben entwickelten idealen Gesichtspunkte auf die Motive anwenden wollten, welche bei den Anfängen der Zeitmessung die Menschen zur Wahl eines gewissen Maasses bestimmt haben.

Wenn wir z. B. annehmen wollten, die Menschheit habe deshalb angefangen nach Tagen zu zählen, weil die Rotation der Erde oder der scheinbare Umschwung des Himmels an Gleichförmigkeit die idealste Bewegungsform ist, die wir kennen.

Ueberhaupt entstehen solche Anfänge nicht auf dem Wege bewusster Reflexion, und wenn wir nachträglich ein künstliches Raisonnement unterlegen wollten, könnte man uns auch zurufen:

„Wozu die Brücke breiter als der Fluss.“

Hier konnte von keiner Wahl die Rede sein, die tägliche Licht- und Wärmeperiode herrscht so gewaltig nicht allein über unseren Organismus und die Sinnenwelt, sondern auch über die innere Erscheinungswelt der Seele, die sich nur kümmerlich im Traume dieses Zwanges erwehrt, dass der Rhythmus des Tages ein ohne Weiteres gegebenes Zeitmaass aller Sphären unseres Lebens wird.

Diese tägliche Licht- und Wärmeperiode oder die Wiederkehr einer mit der Erde rotirenden Meridianebene in dieselbe Richtung zur Sonne ist auch gar nicht einmal die vollkommenste Abmessung der Rotation der Erde.

Die tägliche Wiederkehr der Sonne, die ausserdem selbst am Himmel in ungleichförmiger Geschwindigkeit jährlich umläuft, ist viel unregelmässiger als die wahre Rotationszeit der Erde abgemessen an geringer und gleichmässiger bewegten Punkten des Sternenhimmels oder der Sterntag.

Glücklicher Weise aber sind diese Unvollkommenheiten des Tages als Zeitmaass nur gering, ausserdem fast nur periodisch, nicht fortschreitend, so dass der Licht- oder Sonnentag als erste Näherung auch streng theoretisch betrachtet eine völlig genügende Grundlage bot.

Die Einheit des Zeitmaasses ist also zunächst eine unmittelbar gegebene, und dass sie zugleich den ideellen Bedingungen für die Annahme einer solchen Einheit sehr nahe kommt, ist ein Geschenk der Weltordnung, welches wir erst allmälig in vollen bewussten Besitz zu nehmen beginnen.

Es handelt sich nun ferner hauptsächlich um zweierlei Operationen mit dieser Einheit des Zeitmaasses, um die Methoden der Zählung von ganzen Tageseinheiten, und um die Herstellung gleicher Tagestheile.

Die Darstellung und Anwendung der Zählungsformen von ganzen Tageseinheiten ist Aufgabe der Chronologie, ihr Instrument der Kalender.

Die Darstellung und Anwendung der Eintheilungsformen und Eintheilungsmittel des Tages ist Aufgabe der Horologie, ihr Instrument die Uhr.

Die Zählung der ganzen Tage konnte zunächst dadurch geschehen, dass man jeden abgelaufenen Tag durch ein räumliches Gebilde von erfahrungsmässig genügender Dauer fixirte, d. h. in Stein oder Holz einschnitt.

Die Anordnung dieser Zeichen in Gruppen und die Bezeichnung dieser Gruppen als höherer Einheiten liegt dann als Hülfsmittel übersichtlicher Zählung nahe genug.

Aber die Natur selbst gab schon solche höhere Einheiten, aus Summen von Tageseinheiten bestehend, an, denn ausser der allgewaltigen täglichen Lichtperiode zeigte sich gerade in dem lichtarmen Theile der Tage eine andere Lichtperiode, die sich etwa in 30 Tagen vollendete, die Umlaufszeit des Mondes und eine noch grössere Periode der mächtigsten Wärmewirkungen, welche die ganze Natur beherrschen, die Umlaufszeit der Sonne.

Als Zählungseinrichtung ist nun letzteres Intervall zu gross, die Wiederkehr des leicht zu erkennenden Volllichts oder Neulichts des Mondes oder der Monat hatte deshalb zunächst den Vorzug als chronologische Einrichtung.

Den Ablauf des Jahres und die Wiederkehr derselben Wärme- und Lichtverhältnisse, welche ausschliesslich den Landbau regelten, bestimmte man lange ohne eigentliche chronologische Formen erfahrungsmässig, indem man die Vorschriften des Landbaus an die geordnete Betrachtung der Stellungen der Sternbilder zum Horizont beim Beginn oder beim Ende der Nacht knüpfte, welche bekanntlich während des Jahres durch den scheinbaren Umlauf der Sonne am Himmel sich beständig ändern.

Aber auch die Benutzung des Monats selbst als Zählungseinrichtung ganzer Tage hatte ihre Schwierigkeit. Die Zeitdauer der Wiederkehr des Vollmondes beträgt keine volle Anzahl von Tagen, sondern etwas über 29½ Tage.

So lange nun die Zählung der Tage noch keine exacten Zwecke der Abmessung hatte, mochte man immerhin sich nur an die Wiederkehr der Erscheinungen halten und den Monat jedesmal an dem Abende anfangen, wo zum ersten Male wieder die schmale Sichel, der junge Mond, am westlichen Himmel erschien, unbekümmert darum, dass der Monat dadurch zwischen 28 und 31 Tagen schwanken konnte.

Als man aber anfing, strengere Forderungen an die Zählung der Tage zu stellen, und doch aus den frühesten Zeiten her rituell z. B. durch die Anordnung religiöser Feste nahe an den Mond gebunden war, musste man sich allerdings von der unmittelbaren Beziehung auf die Lichtphänomene bisweilen 1 bis 2 Tage entfernen.

Die Muhammedaner haben sich am reinsten und am längsten an den unmittelbaren Lichtmonat, an das Wiedererscheinen des Neulichtes wenigstens in ihrem Festkalender gehalten.

Als ein Curiosum, wie schwankend dieser Monatsanfang mitunter werden kann, möchte ich erzählen, dass einst ein türkischer Gesandter seinen Secretär auf eine Sternwarte schickte, mit dem Auftrage, die neue Mondsichel sich mit dem stärksten Fernrohr am Himmel suchen zu lassen. Se. Excellenz wünschten nämlich den Fastenmonat etwas früher zu beenden.

Die frühe Erkenntniss, dass die grösseren Licht- und Wärmeperioden der Natur selbst keine volle Anzahl von Tagen enthalten, deshalb unmittelbar zu systematischer Zählung nicht taugen, gab nun der astronomischen Forschung den frühesten und bedeutendsten Impuls.

Die genaue Ermittelung der Umlaufszeit von Sonne und Mond ward jetzt ihre erste Aufgabe, damit man möglichst genau und möglichst lange ihnen sich anschliessende Zählungssysteme von ganzen Tagen darauf begründen konnte.

Dies gelang denn allmählig mehr und mehr. Man lernte die Umlaufszeit des Mondes und der Sonne immer näher kennen und erbaute darauf eine Reihe von chronologischen oder Zählungssystemen von ganzen Tagen, die sich zugleich einer vollen Anzahl von Monaten und Jahren nahe genug und dauernd genug anfügten, obgleich weder Monat noch Jahr einzeln mit vollen Tagen abschliessen. Man lernte ferner Jahrformen und Cyclen herstellen, in welchen auch die kleineren Einheiten des Monates eine Anzahl von Sonnenjahren aufgehend erfüllten, obgleich keine volle Anzahl von Monaten auf das einzelne Sonnenjahr geht.

So fand man, dass, wenn von einem Neulicht des Mondes ausgehend, abwechselnd 29 und 30 Tage gezählt werden, der Fehler erst in 65 Monaten merklich wird, indem dann erst das Neulicht 2 Tage später eintritt, als der Monatsanfang, so fand man, dass, wenn man auf das Jahr 365 Tage zählt, in 100 Jahren der Fehler erst 24 Tage beträgt, so fand man endlich, dass 235 Monate sehr nahe gleich 19 Sonnenjahren sind.

Die künstlichen Monate und die künstlichen Jahre, die man so systematisch herstellte, wurden immer mehr auch durch das Bedürfniss des bürgerlichen Lebens erfordert.

Die Abmessung menschlicher Kraftäusserungen und die Dauer der Wirksamkeit menschlicher Güter, d. h. Kraftvorräthe und ihre Verwerthung in einem reicheren Verkehrsleben unter der Form des Geldes verlangten die Einführung fester Zeitmaasse dringend.

Charakteristisch ist es in dieser Beziehung, dass wir aus derjenigen Zeit des Athenischen Kalenders, wo derselbe noch nicht durch überlieferte astronomische Leistungen gesichert ist, als wichtige Documente der damaligen chronologischen Monats- und Jahresform Verzeichnungen von Zinsenberechnungen für bestimmte Termine besitzen, aus denen wir mit Hülfe des Zinsfusses die Anzahl der Tage zwischen den angegebenen Monatsterminen berechnen und damit das ganze System herstellen können.

In dieser Hinsicht ist es jedoch merkwürdig, dass in Rom, wo Anfangs eine ziemlich geregelte Zählungsform von Monaten und Tagen geherrscht hat, gerade um die letzte Zeit der Republik, wo die römischen Ritter die Banquiers der ganzen bekannten

Welt waren, eine grenzenlose Willkür in der Zeitrechnung eingerissen war.

Die wiederkehrende Einschaltung eines ganzen Monats, welche das Gleichgewicht mit der Sonne herzustellen bestimmt war, wurde von dem Pontificat unter Aufsicht des Senats nach freiem Belieben geübt.

So haben wir einen Pachtcontract von Cato, in welchem bei der Ansetzung des Ablaufstermines auf die völlig unberechenbare Einschaltung bereits im Voraus eine Alternative gestellt ist. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass bei den schlimmen Wuchergeschäften, die der Ritterstand damals mit den Provinzen trieb, oder für andere Privatabsichten öffentlicher Persönlichkeiten in Rom zuweilen der Schaltmonat geradezu gekauft wurde, um zu politischen oder finanziellen Zwecken irgend einen Termin verlängert zu erhalten.

Fast komisch ist es zu lesen, wenn Cicero aus Kleinasien, wo er widerwillig eine Provinz verwalten musste, seinen Freund Atticus in Rom beschwört, dafür zu sorgen, dass diesmal kein Monat eingeschaltet würde, der ihn länger fern halten konnte.

Diesem chronologischen Unwesen machte, wie so vielem anderen, Julius Caesar ein ersehntes Ende und mit der klaren und praktischen Einführung des Julianischen Jahres fängt endlich die erfreuliche Erscheinung chronologischer Einheit an, die Menschenwelt mehr und mehr verbinden zu helfen.

Es ist bekannt, dass unser Gregorianischer Kalender den Vorzug vor dem Julianischen hat, dass er statt der Nachholung eines Vierteltages durch einen Schalttag in je 4 Jahren eine noch etwas sorgfältigere Abgleichung des Bruchtheiles setzt, indem jedes hundertste Jahr, mit Ausnahme der mit Vielfachen von 4 multiplicirten Jahrhunderte, wieder statt des Julianischen Schaltjahres ein Gemeinjahr ist.

So sind jetzt die chronologischen Einrichtungen zu einer Vollkommenheit gelangt, welche ihren geordneten Bestand und die genügende Genauigkeit ihres Anschlusses an die Sonne für das bürgerliche Leben auch ohne weitere Hülfe der Astronomie auf mehrere Jahrtausende sichern.

Nichts desto weniger ist gerade jetzt erst die Zeit gekommen, wo diese Formen und die Beständigkeit ihrer Zählungseinheit einer schärferen wissenschaftlichen Kritik unterworfen werden können und die Astronomie fängt jetzt erst an, in den Besitz der Mittel zu gelangen, durch welche aus diesen roh angenommenen natürlichen Zeitmaassen theoretische Zeitmaasse von einem höheren Grade der Vollkommenheit abgeleitet werden können.

Wir werden sehen, welche grossen wissenschaftlichen Aufgaben in dieser Beziehung vorliegen.

Zunächst will ich indessen in kurzem Ueberblick die Entwickelung der zweiten Aufgabe, die Geschichte der Eintheilung des Tages oder der Stundenmessung bis zu demselben Stadium fördern.

Die Eintheilung des Sonnentages ausser der selbstverständlichen in Tag und Nacht ist während des Tageslichtes oder des Tages im engeren Sinn zuerst durch die Stellungen der Sonne geschehen, und zwar war das erste und einfachste Mittel zur Abmessung dieser Stellungsveränderungen der Sonne zum Horizont die Messung der Veränderung der Schattenlängen eines bestimmten senkrecht aufgestellten Längenmaasses.

Anziehende Andeutungen darüber haben wir aus dem griechischen Alterthum. Danach scheint es, als sei ein beliebtes Verfahren folgendes gewesen:

Man stellte sich in die Sonne, markirte die Stellung seiner Absätze auf der Erde und merkte sich in aufrechter Stellung den Punkt, wo der Schatten des Kopfes abschnitt.

Darauf schritt man bis zu diesem Punkte Fuss an Fuss setzend vor und mass so die Anzahl der Füsse, die auf die Schattenlänge gingen. Da die Länge des Fusses im Allgemeinen ein festes Verhältniss zur Körperlänge hat, so war dies ein recht elegantes Verfahren.

Es setzte aber noch andere Hülfsmittel voraus, es setzte voraus, dass man wusste, wie gross die menschliche Schattenlänge in Füssen zu jeder Tageszeit und zu jeder Jahreszeit war.

Man muss also annehmen, dass sich überall gewisse Leute damit beschäftigt haben, solche einfache Ausmessungen systematisch zu betreiben und damit vielleicht öffentlich angeschlagene Tafeln

(wie sie auch sonst für chronologische Zwecke üblich waren) zu construiren, aus denen für jede eigene Beobachtung der Schattenlänge in Füssen zu jeder Zeit die genäherte Tagesstunde entnommen werden konnte.

In einem Lustspiel des Aristophanes wird jemand auf eine zehnfüssige Schattenlänge zum Essen eingeladen.

Sollte sich dies auf die Länge einer Schattensäule beziehen, welche dem menschlichen Schatten entspricht, so gälte es für das Klima von Athen ganz roh ohne Unterschied der Jahreszeiten etwa für 1½ Stunden vor Sonnenuntergang.

Sowie man also jetzt jemanden die Uhr herausziehen sieht, so sah man dort einen zum Essen Eingeladenen vielleicht ungeduldig seinen Schatten ausschreiten.

Genauer wurde das Verfahren, als man auf den öffentlichen Plätzen Schattensäulen aufstellte und als man anfing, weniger die Schattenlängen als die Drehung des Schattens auf sorgfältig eingetheilten Gradbögen zu messen oder mit anderen Worten Mittagslinien zu ziehen und Sonnenuhren zu construiren.

Die Eintheilung der Nacht war nun schwieriger, sie verlangte rein mechanische Hülfsmittel, also Herstellung von möglichst gleichförmigen Bewegungen. Als solche wandte man zuerst eine Wirkung der Schwere an, nämlich den Ausfluss von Wasser oder feinem Sande aus fortwährend neugefüllten Gefässen von enger Ausflussöffnung.

Diese Uhren scheinen in Babylon und vielleicht auch in China schon früh sogar zu astronomischen Messungen angewandt worden zu sein.

Wenigstens ist die Genauigkeit der Zeitangaben, mit denen uns die von den Chaldäern auf den Thürmen von Babylon angestellten Mondbeobachtungen überliefert worden sind, nicht denkbar ohne solche mechanische Vorrichtungen, die man vom Sonnenuntergang bis zum -Aufgange unterhielt und welche die Genauigkeit eines Beobachtungsmomentes etwa auf eine Viertelstunde verbürgt zu haben scheinen.

Diese Wasseruhren, die besonders kürzere Intervalle recht gut ausmaassen, wurden später in dem Mittelpunkte der griechischen

Astronomie, in Alexandria vervollkommnet und blieben neben den Sonnenuhren das wichtigste Mittel der Tageseintheilung.

In Rom wurden sie in einfachster Form unter Anderm auch benutzt, um die Beredsamkeit der Sachwalter vor Gericht zu zügeln.

Man stellte eine Wasseruhr neben sie, deren Ausfluss ihnen das Ende der Geduld der Hörer markirte.

Diese Apparate gingen auch in das Mittelalter über.

Wasser- und Sanduhren und auch wohl brennende Kerzen gaben in den Klöstern Tages- und Nachtzeiten an.

Besonders aber erlangten die Wasseruhren und Sonnenuhren bei den Arabern eine grosse Feinheit der Einrichtung.

Für den Norden Europa's war auf die Dauer weder Sonne noch Wasser ein verlässliches Mittel der Tageseintheilung.

Im sonnigen Süden unter stets heiterem Himmel und bei beständiger Wärme versagten sie allerdings nur selten den Dienst.

Im rauhen Norden, wo oft wochenlang die Sonne von Wolken umhüllt keine Schatten wirft, wo Monate lang die Flüssigkeiten erstarren oder, wenn man sie künstlich erwärmen soll, neue mechanische Schwierigkeiten erregen, musste man allmälig anfangen nach anderen Mitteln zu suchen.

So entstanden etwa im 12. Jahrhundert die Gewichtuhren (ungenau Räderuhren genannt, denn auch die arabischen Wasseruhren hatten Räderwerke). Wickelt man einen Faden, an dem ein Gewicht hängt, über eine bewegliche Rolle, so wird die Schwere, die das Gewicht herabzieht, die Rolle drehen, und diese Drehungen kann man durch Widerstände verlangsamen und durch Räderwerke so zur Zählung bringen, dass das Herabsinken des Gewichtes, welches bei constanter Schwere und einer gewissen Form der Widerstände ziemlich gleichförmig vor sich geht, in der That ein rohes Zeitmaass abgiebt.

Diese Gewichtuhren versuchte zuerst der berühmte Patricier Bernhard Walter in Nürnberg, dann der Landgraf Wilhelm von Hessen und endlich Tycho von Brahe durch astronomische Beobachtungen zu controliren und dann zu astronomischen Messungen zu verwenden; aber ihre geringe Genauigkeit zeigte sich bald. Es fehlte ihnen ein regulirendes Princip, welches z. B. bei den feinsten

Wasseruhren die Erhaltung einer beständigen Druckhöhe des Wassers gewesen war.

Inzwischen war noch eine andere Kraftquelle zur Zeitmessung in Anwendung gekommen.

Die Entdeckung der neuen Seewege und der neuen Länder verlangten aufs Dringlichste ein Mittel, um zur See die Zeit für längere oder kürzere Intervalle messen zu können.

Um zu wissen, unter welchem Meridian man sich auf der See befand, musste man ein Instrument haben, welches die Zeit des Abfahrtshafens unverändert bewahrte, damit die Vergleichung der eigenen Schiffszeit, welche man durch die Messung der Sonnenhöhe erlangte, mit der Zeit des fernen Hafens die östliche oder westliche Länge des Schiffes, also in Verbindung mit der Breite seinen Ort auf der Karte angebe.

Für dies Bedürfniss waren die Gewichtuhren auf dem schwankenden Schiffe nicht tauglich.

Nun hatte man in Nürnberg, dem Mittelpunkt der wissenschaftlichen Industrie, tragbare Apparate construirt, bei denen die Wirkung der Schwere wegfiel, in denen vielmehr durch die Elasticität einer auf eine Spindel aufgewundenen metallischen Feder, die sich allmälig abzurollen strebte, ein kleines Räderwerk in einer Kapsel getrieben wurde.

Aber auch diese Apparate zeigten keine genügend gleichförmige Wirkung der abrollenden Kraft und der Widerstände, wenngleich für das bürgerliche Leben dadurch ein gefeierter Fortschritt erreicht wurde.

Endlich als das Bedürfniss der Schifffahrt immer dringender wurde, gelang es dem grossen holländischen Astronomen Huyghens um 1650, das regulirende Princip für die Gewichtuhren und für die Federuhren in Wirksamkeit zu setzen.

Alle längere Zeit hindurch fortschreitenden Bewegungen bedingten im Fortschreiten selbst Veränderungen der wirkenden Kräfte, welche die Gleichförmigkeit störten.

Also in sich wiederkehrende Bewegungen von kurzer Periode, Drehungen und Schwingungen musste man auch hier suchen, um sich den Bedingungen der Gleichförmigkeit zu nähern.

Eine solche Bewegung erzeugte die Schwere beim Pendel, erzeugte die Elasticität bei der zusammengedrückten Spiralfeder.

So wurde das Pendel, dessen Gesetze Galilei eben ergründet hatte, das regulirende Princip der Gewichtuhren, die Spiralfeder der Spindeluhren.

Und die früheren Haupteinrichtungen, Gewichtrolle und Federspindel, wurden jetzt nur Nebeneinrichtungen, um für die regulirenden Schwingungen durch stets erneuten Druck die Kraftverluste zu ersetzen, welche das Pendel und die Spiralfeder sonst bald zur Ruhe bringen würden.

Durch Pendel und Spiralfeder hat denn jetzt die Zeiteintheilung für das bürgerliche Leben einen Grad von Genauigkeit erreicht, welcher diesem vollständig genügt.

Jemand, der im Besitz einer guten Taschenuhr ist, weiss gar nichts mehr von der Regulirung dieser Uhren durch astronomische Zeitmessungen, ja man hört wohl gar die naive Frage, ob die Sternwarte sich auch nach der Akademie-Uhr richtet.

Wir sind jetzt also in Bezug auf die Formen der bürgerlichen Zeiteintheilung auf demselben Punkte der Darstellung angelangt, wie vorher bei der Entwickelung der chronologischen Formen, und es wird jetzt meine Aufgabe sein, in kurzen gedrängten Umrissen zu beweisen, dass die Verwaltung der Zeitmaasse durch die Astronomie jetzt nicht nur nicht unnöthig geworden ist, sondern dass jetzt erst recht die grossen Aufgaben der Zeitmessung eine reinere und reichere Gestaltung gewonnen haben.

Wenn auch den alltäglichen Forderungen des Verkehrs durch die jetzigen Mittel fast ohne wissenschaftliche Controle genügt wird, so sind doch zunächst die Forderungen der Schifffahrt nach genauem Zeitmaass noch lange nicht vollständig befriedigt.

Die Maasseinheit und die letzte Controle auch für das genaueste Pendel und den genauesten Chronometer bildet immer nur die Umdrehungszeit der Erde, denn keine Bewegung auf der Erde ist so gleichförmig wie die Bewegung der Erde selbst.

Diese Umdrehungszeit kann aber nur durch astronomische Beobachtungen und astronomische Theorie mit aller möglichen und nöthigen Feinheit ermittelt werden, und über die Unveränderlichkeit der

Dauer und die Gleichförmigkeit innerhalb ihrer Drehung kann auch nur die astronomische Messung und Gedankenentwickelung dereinst entscheiden.

Die Natur liefert uns dieses Maass nur wie ein rohes Erz, aus dem die Astronomie durch die Operationen strenger Gedankenfolge das edle Metall eines Maasses von hoher Reinheit ableitet. Und dieses edle und wichtige Maass stellt sie in ihren grossen öffentlichen Institutionen zur Verfügung der menschlichen Gemeinschaft, zur Verfügung anderer wissenschaftlicher Forschungen, zur Verfügung des Schiffers, zur Verfügung des Uhrmachers und Technikers.

Man kann also im eigentlichen Sinne behaupten, dass die Astronomie das Zeitmaass verwaltet ganz ebenso wie andere öffentliche Institutionen durch Umgestaltung und Anordnung anderer Kraftäusserungen der Natur andere Bedürfnisse für die Gemeinschaft erfüllen.

Wie stellt nun die Astronomie das genaue Maass der Umdrehung der Erde fest? —

Ich habe schon darauf hingewiesen, dass die Wiederkehr der Sonne zum Meridian nicht das genaue Maass der Erdumdrehung ist, dass die geschlossene Drehung einer Meridianebene an ruhenden, nicht an bewegten Punkten, also an der scheinbaren Wiederkehr der Fixsterne zum Meridian gemessen werden muss.

Soll man aber an der Wiederkehr eines Sternes in die Meridianebene eines Ortes die vollendete Umdrehung der Erde erkennen, so darf die Messungsebene selbst, als welche wir die Meridianebene nehmen, keinerlei andere Veränderung der Lage, als eben durch die Drehung der Erde erlitten haben.

Denn sonst würde man gewissermaassen einen winkelmessenden Apparat anwenden, dessen Visirlinie gegen die Drehungsachse schlottert. —

Die Erfüllung dieser Forderung bietet schon die grösste Schwierigkeit dar.

Die Meridianebene, bestimmt durch die Lothlinie und durch eine Parallele zur Drehachse der Erde, welche man durch die Lage des Himmelspoles findet, kann niemals ganz unveränderlich mit instrumentalen Einrichtungen festgehalten werden.

Wenn man auch die horizontale Drehachse, durch deren Rotation das winkelrecht damit verbundene Fernrohr nahezu die Meridianebene beschreibt, auf Steinpfeiler legt und diese tief in die Erde einsenkt, immer und immer verändern sie ihre Stellung und ihre Höhe durch die fortwährenden Aenderungen der Luftwärme und durch die Aenderungen, welche Wärme und Wasser in den Schichten des Bodens hervorbringen.

Auf der hiesigen Sternwarte hebt sich z. B. jedesmal, wenn die Temperatur sich um 10° vermehrt, der östliche Granitpfeiler des Meridianinstrumentes gegen den westlichen um eine Grösse, welche auf dem Controlapparat, der diese Bewegung etwa 400mal vergrössert zeigt, etwas über ¹/₈ Zoll beträgt.

Stünden gar unsere Instrumente noch wie früher auf den Umfassungsmauern hoher Thürme, welche u. A. durch die Sonnenwärme sehr merkliche Bewegungen erfahren, dann würden unsere jetzigen guten Pendel schon genauere Zeitmaasse ergeben, als die Umdrehungszeit der Erde, verfälscht durch alle Schwankungen der Instrumente.

Ist nun durch grosse Mühe die Forderung unveränderlicher Verbindung des Visirapparates mit der rotirenden Erde, welche materiell nicht zu erreichen ist, durch besondere Untersuchungen und Rechnungen wenigstens theoretisch erfüllt, wozu besonders die Beobachtung der Bewegung der Polarsterne von der grössten Wichtigkeit ist, so muss sich ferner die Untersuchung zu den wahren und scheinbaren Bewegungen der Fixsterne wenden.

Die scheinbare Richtung der von ihnen kommenden Strahlen gegen feste Richtungen auf der wandernden Erde als völlig unveränderlich während der Umdrehungen der Erde vorauszusetzen, ist nicht mehr gestattet.

Endlich ist auch die Rotation der Erde selbst keine völlig in sich geschlossene, denn in Folge der Anziehung der Sonne und des Mondes ändert sich während einer Umdrehung die Lage der Achse im Raume um einen merklichen Winkel. Auch hierfür muss astronomische Messung, Theorie und Rechnung Rath schaffen, denn sonst würde die Wiederkehr verschieden gelegener Sterne zum Meridian verschiedene Umdrehungszeiten der Erde ergeben. —

Hat man so endlich das feinste Maass der Drehung abgeleitet, dann erst kann man an die Herstellung und an die Controle genauer Pendeluhren und Chronometer denken.

Die himmlischen Kräfte, welche die Rotation der Erde selbst stören, ändern nur langsam ihre Wirkungen, und die fortwährenden Veränderungen und Bewegungen auf der Erdoberfläche selbst sind verschwindend gegen die Wucht der Bewegung des ganzen gewaltigen Balles.

Aber die Bewegungen auf der Erdoberfläche, die gegen die Bewegungsgrösse des ganzen Körpers verschwindend klein sind, sind von mächtigster Gewalt über das Pendel und die Spiralfeder.

Voran stehen die Wirkungen der grossen jährlichen und täglichen Wärmebewegungen in der Luft.

Es ist bekannt, dass die Schwingungszeiten des Pendels und des Chronometers sich so stark mit der Wärme ändern, dass sie eigentlich in ihrer rohen Gestalt nicht Zeit-, sondern nur Temperaturmaasse sind, also, da die Temperatur sich sehr unregelmässig im Verhältniss zur Zeit ändert, von der Bedingung gleichförmiger Bewegung sehr weit abstehen.

Durch sinnreiche Einrichtungen hat man deshalb bekanntlich in dem Pendel und in dem Chronometer zwei gegeneinander gerichtete Wärmewirkungen veranlasst, die sich gegenseitig aufheben und innerhalb gewisser langsamer oder mässiger Temperaturschwankungen genügende, aber immerhin noch rohe Gleichförmigkeit der Bewegung geben.

Indess für einen Chronometer, welcher z. B. im Winter vom Norden Englands ausgehend ein Schiff nach Indien führen soll, hat die Technik in Verbindung mit den astronomischen Hülfsmitteln noch viele Anstrengungen zu machen, um die Kenntniss seines Ganges zu sichern.

Für solche Chronometer existiren z. B. Einrichtungen, durch welche ihnen dieselben Temperaturänderungen bereitet werden, die ihnen auf der Reise bevorstehen. Ihre Conduite wird dabei durch das astronomische Zeitmaass controlirt uud die Sternwarte giebt ihnen dann auf die Reise ein Zeugniss mit, welches den Schiffer im Vor-

aus mit ihren Veränderungen bekannt macht und so durch Rechnung den unsicheren Wegweiser in einen zuverlässigeren verwandelt.

Fernere bemerkliche Störungen auf die Schwingungen des Pendels übt der veränderliche Druck der Luft aus. Der Einfluss der Dichtigkeitsschwankungen kann z. B. auf eine Pendeluhr der hiesigen Sternwarte so stark einwirken, dass sie wöchentliche Unregelmässigkeiten bis zu 2 Secunden zeigt, welche deutlich der Barometerbewegung folgen.

Aus allen diesen Details, die ich zu weit zu verfolgen mich scheue, wird wenigstens der Eindruck hervorgehen, dass es eines grossen Aufwandes von Mühe und von theoretischer Vorsicht und Schärfe bedarf, um aus den wirklichen Bewegungsverhältnissen der Natur mit immer grösserer Annäherung reine und verlässliche Maasse herzustellen.

Die erreichbare Genauigkeit von Pendeln und Chronometern kann nun auf den Sternwarten dadurch controlirt werden, dass man die Anzahl der Schwingungen zählt (wozu das Zifferblatt hilft), welche zwischen zwei Durchgängen eines und desselben Sternes durch das Meridianfernrohr stattfinden, nachdem man aus diesem Durchgangsintervall durch Rechnung die wahre Umdrehungszeit der Erde abgeleitet hat.

Diese Anzahl von Schwingungen darf sich nur wenig und nur regelmässig von Stern zu Stern und von Tag zu Tage ändern, wenn die Genauigkeit der Apparate genügen soll.

Es ist dann gelungen, mit Hülfe von Pendeluhren, die auf solche Weise controlirt waren, ein vollständiges System von Winkelmessungen zwischen den hellsten Sternen am Himmel zu organisiren, dessen Genauigkeit jetzt nicht blos eine volle Umdrehung der Erde, sondern jeden beliebigen Drehungswinkel derselben mit Hülfe der aufeinanderfolgenden Durchgänge verschiedener Sterne zu messen und dadurch die künstlichen Zeitmessapparate noch bequemer zu controliren erlaubt.

Umgekehrt könnten nun wieder Pendel, die man nicht gegen Temperaturwirkungen gesichert hat, verglichen mit einem davon befreiten und astronomisch controlirten, zur Bestimmung der Wärmewirkung auf verschiedene Stoffe dienen.

Endlich ist das durch die gleichförmige Drehung der Erde controlirte Pendel ein Mittel, die Verschiedenheiten seiner eigenen treibenden Kraft, der Anziehung der Erde, an verschiedenen Punkten der Erdoberfläche zu messen und dadurch unabhängig von andern Messungen die Gestalt der Erde zu bestimmen. Oder steigt man damit in die Tiefen eines Schachtes, so kann es dazu dienen, die Masse der ganzen Erde zu bestimmen. Ueberhaupt kann es jetzt ein Messungsmittel für eine Anzahl der feinsten Kraftäusserungen werden.

Sowie sich hier die Untersuchung der Zeitmaasse und damit der Kräfte aus den Höhen des Himmels in die Tiefen der Erde fortsetzt, so dringt nun in der andern Richtung die Untersuchung des Zeitmaasses in die fernsten Bewegungen des Himmels ein.

Die grosse Frage lautet hier: Ist die Umdrehungszeit der Erde selbst veränderlich?

Die Antwort auf diese Frage werden wir erst allmälig aus den Umlaufszeiten der andern Weltkörper ermitteln können, die wir sämmtlich in der Einheit unseres Tages ausdrücken. Zeigen sich in den sämmtlichen Zeitmaassen, in denen die anderen Weltkörper ihre Bahnen erfüllen, gemeinsame Zunahmen oder Abnahmen, welche in Beziehung stehen zu der Anzahl von Erdumdrehungen, durch die jede einzelne Umlaufszeit ausgedrückt wird, so wird man dereinst sicher die Veränderlichkeit auch unseres Urmaasses der Zeit, nämlich Umdrehungszeit der Erde behaupten können.

Daraus werden dann wichtige Schlüsse auf die Gestalt, die Dichtigkeitsverhältnisse und die Wärmeabnahme unseres Erdkörpers, die jetzt noch nicht nachweisbar ist, hervorgehen. Ebenso werden daraus auch Vereinfachungen für die Theorie der übrigen Bewegungen und die Erkenntniss der regulirenden Kräfte folgen.

Dann wird es auch möglich sein, chronologische Rechnungen zur Unterstützung der Geschichte bis in die fernsten Regionen der Vorzeit zurückzuführen.

Also in die Tiefen der Erde, in die Höhen des Himmels, durch die Nebel der Vergangenheit und in das Dunkel der Zukunft drängt

unsern Geist seine hohe Form: die Bewahrung der Zeitfolge, die Fähigkeit zur Zeitmessung, die Sehnsucht nach dem Zeitlosen.

Immer grösser und reicher wird die Welt, die sich in der Seele sammelt, immer lebensvoller und harmonischer werden die Verbindungen, welche dort im stilleren Reiche des Lebens die Erscheinungen der fernsten Zeiten eingehen, immer glänzender entsteht eine unvergänglichere Welt mitten im ewigen Flusse der Dinge.

Leer und langweilig erscheint uns das Wandeln der Zeit, wenn unser Blick blos der Aussenwelt zugewandt ist, wenn sich durch die strengen und monotonen Rhythmen äusseren Geschehens nicht die melodischen Gebilde der Einbildungskraft schlingen.

Ein schönes Spiel hingegen erscheint die reichste Gedankenwelt, wenn sie von dem strengen Maasse gesetzmässigen Erkennens sich weichlich und schwelgerisch abwendet und nur innere Gebilde unter einander verbindet. —

Aber wenn auf dem Grunde einer gesetzmässigen Erkenntniss, welche der vergänglichen Aussenwelt durch Anknüpfung an das Zeitmaass höhere Dauer verleiht, wenn auf dem klaren Grunde des Maasses des äusseren Erscheinungswelt sich die Gebilde des wandelloseren Gedankenreiches erheben, dann erfüllt die Seele die Pflichten ihrer Weltstellung, dann umfliesst das Licht heiterer Schönheit ohne Wechsel ihre Erscheinungswelt.



Ueber astronomische Weltansichten und Probleme.

Vortrag

gehalten im wissenschaftlichen Verein zu Berlin am 27. Januar 1866.

Unter den Naturwissenschaften nimmt die Astronomie eine deutlich angebbare Ausnahmestellung ein.

An und für sich nur ein Abschnitt aus der Physik, nur ein Capitel der Mechanik und unter den andern Zweigen dieser Wissenschaften nur durch die grosse Einfachheit ihrer Probleme ausgezeichnet, ist sie dennoch in den Augen der Menschen mit einem besonderen Zauber umflossen. Dieser eigenthümliche Reiz, welcher ihr zugestanden, diese weihevolle Stimmung, die ihr entgegengebracht wird — welcher Astronom wollte sich der Unterstützung, die sie seiner Wirksamkeit sichern, nicht freuen, wollte sich dieser tieferen Anklänge seiner Wissenschaft ganz begeben, zumal bei der Lösung einer Aufgabe der Darstellung, wie derjenigen, welche mir heut vorliegt.

Und doch ist es dem Wahrheitssinne des Astronomen Bedürfniss, auch die Berechtigung eines solchen Vorzuges zu prüfen, auch die wahren Quellen jener Anklänge aufzusuchen und ihren Werth zu bemessen; denn diejenigen Herrlichkeiten seiner Wissenschaft, welche ihm selber die Seele erfüllen, diese sind es nicht, welche jene allgemeineren Anklänge wecken.

Weshalb haben die Leistungen des Fernrohrs für den Laien mehr Anziehungskraft als die des Mikroskops? Eröffnet nicht das letztere räumliche Tiefen von derselben Staunenswürdigkeit, wie das Fernrohr?

Während die Entdeckungen und Messungen mit dem Fernrohr uns gegen die erhabene Grösse der Himmelsräume und Körper winzig klein, die Erde selbst als einen Punkt im All erscheinen lassen, führt uns das Mikroskop nach der andern Seite hin eine Fülle des Lebens im Kleinsten vor Augen, gegen welche der einzelne Mensch wieder als ein colossales Weltsystem oder sogenanntes „Universum“ betrachtet werden muss.

Wie das Fernrohr Lichtgebilde von einer unbeschreiblichen Zartheit und Formenreinheit uns entschleiert, die alle Gebilde

der vor Augen liegenden Sinneswelt zu übertreffen scheinen, so zeigt uns das Mikroskop in den Händen der Meister ebenfalls einen Reichthum der feinsten, oft symmetrisch durch die anmuthigsten Linien entzückenden Lebensgebilde von einer idealen Regelmässigkeit, wie sie fast nirgends in der Natur uns unmittelbar vor Augen liegt.

Zwischen den unergründeten Tiefen, in welche nach *beiden* Richtungen hin die verschärfte Wahrnehmung führt, wohnt die erkennende Seele und auf *beiden* Grenzgebieten sucht sie die Hülfe der einfachsten Bedingungen zur Lösung ihrer Probleme:

In den fernen Himmelsräumen erscheinen ganze Welten, welche selbst unendliche verwirrende Lebensfülle in sich bergen mögen, als einfache leuchtende Punkte, erscheinen uns die grossen Züge aller Bewegungen mathematisch einfach, während die uns umgebenden Bewegungsphänomene, ja unsere eigenen noch unentwirrte Verwickelungen darbieten.

Verschärft man aber die optische Wirkung nach der andern Richtung und dringt mit dem Mikroskop in die Tiefen des Kleinsten, so erscheinen auch dort gesetzliche Formen, so tauchen auch dort aus der Verwirrung in zarter Trennung wiederum solche fast ideale Elemente der Erscheinungsformen auf, welche sich ebenfalls den einfacheren Elementen unserer Gedankenverbindungen anschmiegen und dadurch unvermerkt zu Führern der Erkenntniss höherer Formen werden.

Von *beiden* Grenzgebieten aus, von dem des Fernsten und dem des Kleinsten, nähern wir uns also der Erkenntniss des uns Umgebenden und unseres eigenen Wesens, und ein gleich hoher Reiz knüpft sich deshalb für den Forscher an jene Tiefen und jene Fernen, in denen die Uebereinstimmung der gereinigten Entwickelung menschlichen Denkens mit der Entwickelung der Vorgänge der Natur zuerst erkannt wird, und aus denen mit ungeahntem Frohgefühl Verständniss in die Seelen der Menschen dringt, welche hienieden von so vielem Unverstandenen umgeben sind.

So lassen sich denn Fernrohr und Mikroskop jetzt bei der Enthüllung des Einfachen und Gesetzlichen, welches die Grundlage höherer Erkenntniss wird, gar nicht mehr trennen, und zu ihnen

gesellen sich bereits viele andere feine Messungsmittel der Physik und Chemie in täglich wachsender Zahl.

In den Augen des Forschers also kann die Astronomie den Vorzug, der ihr lange unter dem Namen der „Königin der Naturwissenschaften“ gegönnt wurde, gegenwärtig nicht mehr beanspruchen.

Einen ganz besonderen, ihr eigenthümlichen Werth wird ihr allerdings der Denker noch zugestehen, ihr Alter. Sie war die erste Freundin, Beratherin und Beschützerin einsamen methodischen Denkens. Bei der Einfachheit der Probleme, welche die angenäherte Kenntniss der Bewegungen jener fernen Lichter schon dem unbewaffnet messenden Auge darbot, fanden sich menschliche Schlüsse auf ihrem Gebiete zuerst von den mächtigen Erfolgen der Voraussagung der Zukunft gekrönt.

Und die Geschichte ihrer bis jetzt bekannten dreitausendjährigen Entwickelung wird immer mehr zu einer Quelle tiefer sittlicher Ueberzeugungen werden, je mehr die Menschen den inmitten einer Reihe von Irrungen doch nach einem höheren Gesetze herrlich geleiteten Gang derselben begreifen werden.

Aber nicht dieser Vorzug ist es, der die Seelen der Menschen auch jetzt noch mehr nach den Forschungen der Astronomie hinzieht, als nach anderen jetzt viel gewaltiger in das Leben eingreifenden Erforschungen der Natur.

Nicht sowohl aus dem heiteren Sonnenlichte klarer Gedanken, als vielmehr aus dem weichen Farbenspiel ins Unendliche verklingender Empfindungen, in welchen sich das Licht der Wahrheit in der Menschenseele bricht, ist jene Glorie gewoben, mit welcher man die Muse der Sternkunde zu kränzen liebt.

Nicht die hohe Befriedigung, mit welcher die wachsende Uebereinstimmung geregelter Gedankenfolgen mit den Phänomenen fernster Sternenwelt die Seele schwellt, nicht diese, sondern die Fluth der Empfindungen, welche in dunkler Nacht den Blick zu den Lichtern des Firmaments emporzieht, sie bestimmt vorzugsweise die Anziehungskraft der Astronomie in den Gemüthern der Menschen.

Dass es so ist, wer wollte das Erklärliche, ja das Wohlthätige für Leben und Wissenschaft darin verkennen, wer wollte verkennen,

dass die läuternde Wirkung solcher Empfindungen von jeher eine Stufe und ein Ruhepunkt für die Arbeit des Denkers gewesen ist?

In die Höhe, hinauf zu den Sternen wandte sich stets Ewigkeit und Freiheit suchend der Blick des Menschen.

Nach unten zieht ihn die Schwere, die härteste Knechtschaft unseres Körpers; um ihn herum wohnt peinlicher Wechsel, schnell hinwandelndes Werden und Vergehen, und aus den Tiefen des bewohnten Weltsystems, welches ihm fürsorgliche mikroskopische Forschung in seinem eigenen Organismus enthüllt, droht fortwährende Gefahr dem Gleichgewichte seines Empfindens und dem Bestande seines Lebens.

Kein Wunder also, dass nicht nur jeder Versuch, körperlich in die Höhe zu schweben, von jeher einen unvergleichlichen Reiz hatte, sondern, dass die Seele auch alle ihre Träume stets nur in jener Richtung verwirklicht suchte, dass in dem Anblick der Ruhe und Dauer, welche der Sternenwelt zu eigen scheint, die Wellen peinlich wechselnden Empfindens sich glätten, und dass von jeher bei dem stillen Glanz des nächtlichen Himmels nach Goethe's Worten:

„Der Gedanke willig, sinnig, schnelle
Sich ums Vergangene wie ums Künftige schlang.“

Unter den Einwirkungen dieser menschlichen Seelenbedürfnisse und in inniger Verbindung mit dem Charakter, den die wissenschaftliche Gestalt der jedesmaligen astronomischen Probleme trug, hat stets die Einbildungskraft der Menschen ein astronomisches Weltbild oder eine astronomische Weltansicht gestaltet, deren Bedeutung zu jeder Zeit weit über die Grenzen der Wissenschaft hinaus in dem allgemeinen Culturleben sich bethätigt hat.

Waren es in den frühesten Tagen der Menschheitsentwickelung einfach die mächtigen Licht- und Wärmewirkungen der Himmelserscheinungen, welche die Blicke der Menschen mit Anbetung und Dank zu ihnen emporlenkten, waren es die plötzlichen Steigerungen oder Verminderungen des Lichtes, wie bei Kometenerscheinungen und Finsternissen, welche das Gefühl der Abhängigkeit noch verschärften, so kam das erste speculative Element festeren Gepräges durch die Entdeckungen der Babylonischen Priesterastronomen hinzu. Diese erschlossen nicht nur die Erkenntniss der Umlaufszeiten vieler

stetig ablaufenden Bewegungen, sondern fanden auch in der Wiederkehr der das Volksgemüth erregenden Mondfinsternisse einen einfachen Rhythmus, eine deutlich erkennbare Reihenfolge, die sich nach einer Periode von 18 Jahren 10 Tagen genau in derselben Weise wiederholte, so dass die Vorherverkündigung jener Erscheinungen für diejenigen, die den Schlüssel des Geheimnisses hatten, eine leichte Sache ward.

Damit also erweiterte der Mensch die Bedeutung seiner Schlüsse zu einer, wenn auch beschränkten, so doch gesicherten Macht über die Zukunft und gerade über ein Phänomen, das sonst als freie Regung göttlichen Zornes gegolten. Die Astronomie ward dadurch allmälig die eigentliche Wissenschaft der Weissagung, und dieser Charakter blieb ihr Jahrtausende lang zu eigen. Er galt in den Augen der Menge als der eigentliche Sinn ihrer Forschungen, und sogar der Blick vieler ihrer eifrigen Jünger blieb in jener Anschauung, in dem Bezirk der Astrologie gefangen.

Die fortschreitende Kenntniss der Umlaufszeiten aller stärker bewegten Himmelskörper ermöglichte immer mehr die allgemeine Vorhersagung der Wiederkehr irgend welcher Constellationen, und wenn einmal mit irgend einer Constellation Ereignisse von besonderer öffentlicher Wichtigkeit oder von besonderem Eingriff in das Leben eines Einzelnen zusammengetroffen waren, so hob man dieses Zusammentreffen aus der Unzahl anderer begleitenden Umstände, welche viel wichtigere Bestimmungen der Erscheinung enthalten mochten, heraus, weil die himmlischen Bedingungen die einzigen waren, welche einer strengen Behandlung zugänglich gemacht werden konnten. Ihre zu berechnende Wiederkehr führte wenigstens einen Theil der früheren Bedingungen wieder herbei, und man hielt diesen Theil für den wichtigsten und wirkungsvollsten, weil er, des verwirrenden Zufalls entkleidet, der Würde göttlicher Einrichtungen am nächsten zu stehen schien.

Dass man bei solchen speculativen Ansichten unzählige Bestätigungen in der Erfahrung zu finden glaubte, wird keinen befremden, der da weiss, in wie hohem Maasse die Menschen die Erinnerung an ihre Wahrnehmungen und Erfahrungen auf das zu

beschränken lieben, was ihr Empfinden beruhigt und in ihr, einfacher Erklärungen stets bedürftiges, Denken passt.

Neben der astrologischen Weltansicht, welche den Sternenhimmel schliesslich zu einem menschlichen Schicksalsbuche machte, trat dann unter den Griechen jene wunderbare ahnungsvolle Phantasie von der Harmonie der Sphären in den Vordergrund der Weltanschauung.

Der Ideengang derselben, den in einem früheren Vortrage an dieser Stelle in einer biographischen Einkleidung zu schildern mir gestattet war, ist in gewissem Sinne eine Umkehrung der astrologischen Ansicht, aber doch eine tiefe Analogie zu derselben.

In einfachen Gesetzen der Himmelsbewegungen suchten die Astrologen den Schlüssel des Räthsels des menschlichen Lebens; einfache Gesetze menschlicher Empfindung stempelten dagegen die Harmoniker zu einem Erklärungsprincip des Weltalls.

Während die Astrologie die Himmelsräume in gewissem Sinne zu einem Heiligthum der Pythia machte, erfüllte die Harmonik die Krystallräume des nach musikalischen Harmonien angeordneten griechischen Weltgebäudes mit den selbst von Platon zugelassenen poetischen Bildern singender Sirenen.

Der speculative Inhalt dieser harmonisirenden Weltanschauung, deren Kenntniss sich durch das Mittelalter fortpflanzte, ohne eine neue Blüthe zu treiben, fand endlich nach der Wiederbelebung der griechischen Literatur seine Erfüllung und seinen Abschluss in unserem Keppler.

Die astrologische Weltansicht dagegen durchdrang das ganze Mittelalter und erfuhr auch durch die Araber eine systematische und dem vieldeutigen Styl aller Orakel entsprechende Ausbildung.

Neben beiden Weltansichten aber hatte sich, unbekümmert um sie, auf den Trümmern der griechischen Astronomie, wie ein Dom, der Himmel der Kirche aufgebaut, dessen grossartige Phantasiegebilde die Höhe poetischer Vollendung in Dante's wunderbarem Gedichte erreichten.

Alle diese grossen Gebilde der Einbildungskraft, Weissagung und Harmonik, sie alle verblichen und schwanden, je höher die Sonne der copernicanischen Lehre am Horizonte des Wissens emporstieg.

Nur langsam überwand sie die schweren Wolkengebilde, nur allmälig erweiterte sich der Blick der Menschen über unser Sonnensystem hinaus.

Keppler selbst drang nur schüchtern bis an die Grenzen desselben, kühner Galilei; sein Fernrohr enthüllte nicht nur zuerst der staunenden Welt die Berge des Mondes, deren Höhe er bereits zu messen lehrte, sondern es löste auch den Lichtnebel der Milchstrasse in ein zahlloses Heer von Sternen auf, deren vereintes Licht, wie er erklärte, aus grösster Ferne in jenen matten Schimmer zusammenflösse.

So vertiefte Galilei's kleines Rohr die Räume der Sternenwelt. Huyghens, Cassini u. a. folgten mit der Entdeckung mannigfacher Einzelnheiten an Mond und Planeten, bis der gewaltige Wilhelm Herschel in dem Brennpunkte seiner mächtigen Spiegel jene Fülle von Licht und Formen sammelte, durch deren Messung und Betrachtung nicht nur die uns bewussten Grenzen des Weltalls ausserordentlich erweitert, sondern ein ganz neues Gebiet von Vorstellungen gewonnen wurde.

Welche Weltansicht hat sich uun entwickelt?

Verklungen ist der Accord der Sphären, verschollen der Prophetenton der Seher, Paradies und Hölle kehrten in die Brust des Menschen zurück.

Was erfüllt nun die öden, unermesslichen Räume, was bewegt jetzt die Seele und hebt sie dauernd empor über den Schwall ruhelosen Empfindens, wenn sie nach oben blickt?

Alle die Doppelsterne und Nebelflecke, alle die Weltsysteme, und die Sonnen und Centralsonnen, so meint man, erfüllen den Raum nicht, wenn keine Ideen sie verbinden, wenn ein umfassender Weltgedanke nicht das All belebt, wie eine Brücke zwischen dem menschlichen Geist und dem Urquell alles Lebens.

Viele meinen, in dem Gedanken von der Mehrheit bewohnter Welten einen Anhalt zu erblicken. Ueberall, auf allen diesen strahlenden Himmelslichtern, die nach den Forschungen der Astronomie als grosse Welten betrachtet werden müssten, seien gewiss bewusste, uns geistig verwandte Wesen anzunehmen, und so sei es die erhabene Sympathie aller Geister, ungetrennt durch Räume wie durch Zeiten, welche uns feierlich gemahne beim Blick in jene Fernen.

Dieser dichterische Gedanke, von uraltem Gepräge, hat im Laufe der letzten beiden Jahrhunderte in der That eine deutlichere Gestalt gewonnen.

Schon Huyghens erging sich in seinem Cosmotheoros in ähnlichen Träumen; besonderes Aufsehen erregten schon gegen Ende des 17. Jahrhunderts Fontenelle's Unterhaltungen über die Mehrheit der Welten. Herschel war ihnen nicht fremd, Schröter hat, von ähnlichen Gedanken getragen, die Natur des Mondes und der Planeten mit ungemeiner Lebendigkeit und Phantasie erforscht und geschildert, und in England ist vor einigen Jahrzehnten zwischen zwei grossen Gelehrten ein Streit darüber entbrannt.

Der eine derselben, der grosse optische Forscher Sir David Brewster, vertrat eifrig die Grösse und Schönheit des Gedankens von der Mehrheit bewohnter Welten, der andere, Whewell, der berühmte Geschichtsschreiber der Wissenschaften, versuchte aus den Forschungen der Astronomie gerade die Unwahrscheinlichkeit, ja die Unmöglichkeit derselben mit grossem Aufwand von Scharfsinn zu beweisen.

Sogar zu einer Correspondenz mit den Mondbewohnern vermittelst mathematischer Zeichen sind bereits mehr oder weniger praktische Vorschläge gemacht worden, obgleich manche Menschen wegen der vermutheten Abwesenheit des Wassers auf dem Monde sich mit dem Gedanken, dass auch dort bewusste Wesen seien, nicht recht befreunden wollen. Ein Beispiel des Einflusses jener Idee ist u. a. die Erscheinung, dass gewisse astronomische Hypothesen, wie die Herschel'sche Sonnenfleckentheorie, welche die Sonne zu einem dunklen, von Wolkenhülle und Lichthülle umgebenen Körper macht, ihre unberechtigte Dauer in- und ausserhalb der Wissenschaft dem Wunsche mit verdanken, auch die Bewohnbarkeit des scheinbar glühenden Sonnenballes zu retten.

In einem geschickten Buche hat neuerdings ein Franzose, Flammarion, insbesondere den philosophischen und ethischen Werth der Idee von der Mehrheit bewohnter Welten und der sich daran knüpfenden Ahnungen ausdrücklich als ein Heilmittel für die durch Zweifel verwundeten Gemüther aufgestellt.

Was hat die Wissenschaft darüber zu sagen?

Wie oft hört sie die Frage danach, ohne eine directe Antwort geben zu können; wie oft wendet man sich dann, flüchtig von ihr angezogen, mit dem mitleidigen Urtheil von ihr ab, dass sie doch eigentlich von den wichtigsten Dingen gar nichts wisse.

Allerdings ist es richtig, dass die Wissenschaft gegenwärtig über diese Dinge nichts entscheiden kann, weder für noch wider, und dass sie vielleicht niemals in der Lage sein wird, in solchen Fragen erschöpfende Beweise aufzustellen.

Es giebt eben beglückende Ideen in der Menschenseele, welche man in astronomischer Ausdrucksweise als selbstleuchtende bezeichnen kann, welche auf dem Wege der Reflexion nicht an Licht gewinnen und durch alle wissenschaftlichen Vorkehrungen, die man trifft, um sie selbst zu beleuchten, nur verhindert werden, ihr intensiveres Licht nach allen Seiten auszustrahlen und durch ihren Glanz eine Welt des Schönen hervorzurufen.

Zu diesen Ideen gehört der Gedanke an die höhere Einheit und die Verwandtschaft alles Lebens in der Welt.

Kehren wir aber von der Betrachtung dieses einen dichterischen Gestaltungsversuches zu unserer allgemeineren Frage zurück: nach derjenigen speculativen Weltansicht, welche sich gegenwärtig im Anschluss an die Forschungen der Astronomie entwickelt hat, so tritt es mir klar vor die Augen, wie leicht es ist, eine rednerische Entwickelung bis zu einer gewissen Spannung emporzutreiben, wie schwer dann einen wahrhaft befriedigenden Abklang der Lösung zu bewirken.

Sei es mir daher gestattet, jene Frage nur indirect zu beantworten, indem ich ein Bild entwerfe von der Gestalt der gegenwärtigen Probleme, von dem Umfang der gegenwärtigen Arbeiten der Astronomie, ein Bild, aus dem, wie ich hoffe, allmälig wieder eine aufsteigende Wirkung hervorgehen wird, ernster und inniger, wie aus der kühnsten Speculation.

Seit der Erfindung des Fernrohrs hat sich zunächst die Kenntniss der Formen der näheren Himmelskörper, die Kenntniss der Zahl der entfernteren und die Kenntniss der Ortsveränderungen aller beträchtlich vergrössert und verfeinert.

Die einfachsten Mittheilungen, die uns das Licht aus jenen

Räumen bringt, betreffen die Form und den Ort der Himmelskörper.

Die nähere Kenntniss der Formen und der Oberflächengebilde der Himmelskörper hat sich im Wesentlichen noch immer auf unser Sonnensystem beschränkt, und auch hier kennen wir jetzt das Dasein zahlreicher Himmelskörper, der kleinen Planeten, über deren Form wir noch nichts anzugeben wissen.

In den weiter entlegenen Räumen hat man an den Sternen selbst noch keine Formen zu entdecken vermocht; sie bleiben bekanntlich dem schärfsten Fernrohr leuchtende Punkte, aber ihre Gruppirung in gewissen engeren Systemen hat uns wenigstens Formprincipien offenbart, welche wichtige Schlüsse erlauben. Nicht immer zwar ist der Schluss gerechtfertigt, dass jene zarten Lichtgebilde, welche mit dem nebligen Schimmer unserer Milchstrasse leuchten, auch wie diese wesentlich aus dem durch die Entfernung zusammenfliessenden Glanze unzähliger einzelner Sterne zusammengesetzt seien; doch ist es in einigen Fällen, wo sich in dem Fernrohr schön gerundete, regelmässige Lichtgebilde zeigten, gelungen, nachzuweisen, dass dieselben aus einzelnen Sternen bestehen, welche, zu einem System vereinigt, durch die Wirkung gewisser Kräfte innerhalb des Bezirkes einfacher mathematisch bestimmter Linien erhalten werden.

Bekanntlich hat Herschel (wenn auch nicht als der Erste, so doch zuerst mit strengerer Begründung) aus der systematischen Zunahme des Reichthums an einzelnen Sternen, den er fand, wenn er sein Fernrohr dem unser Sonnensystem umspannenden Milchstrassenringe näherte, abgeleitet, dass auch das Sternensystem, dem wir angehören, wahrscheinlich im Grossen und Ganzen eine ähnlich mathematisch zu bestimmende Gestalt habe, wie manche jener fernen Weltenlinsen oder Weltenringe.

Die merkwürdigsten Entdeckungen im Gebiete der Kenntniss der Formen sind aber unter den eigentlichen Nebelflecken gemacht worden, die man bisher noch nicht in Sterne aufzulösen vermocht hat. Das Riesenfernrohr von Lord Rosse in Irland insbesondere hat eine Anzahl höchst merkwürdiger spiralförmig gewundener Lichtnebel gezeigt.

In diesem ganzen Gebiete hat die Astronomie keine andere Aufgabe, wie die sammelnden Naturwissenschaften. Unfähig, das Wesen dieser Erscheinungen von aussen zu erfassen, legt sie sorglich und treu die Bilder alles dessen in ihren Archiven nieder, was ihr spähende Wahrnehmung offenbart, und überlässt die ersten Schritte zur Kenntniss der in jenen Gebilden innen wirkenden Kräfte kommenden Geschlechtern, welche durch Vergleichung ihrer eigenen Wahrnehmungen mit den unsrigen, die in Maass und Bild dauernd festgehalten wurden, zuerst Veränderungen jener Formen constatiren können.

Das Licht offenbart uns ferner durch seine geradlinige Fortpflanzung den Ort und die Ortsveränderungen der Himmelskörper, die es aussenden.

Da hat nun auch das Fernrohr Gewaltiges gethan.

Dadurch, dass es mit seiner grossen Augenfläche mehr Licht von jedem einzelnen Weltkörper sammelte, hat es unserem kleinen Auge an Oertern, von denen sonst nur matter Schimmer auf unsere Netzhaut fiel, immer neue Schaaren von leuchtenden und bewegten Punkten offenbart, und die Ortsveränderungen der einzelnen selbst viel feiner zu messen erlaubt.

Alles dort oben ist in Bewegung und immer noch sammeln und sammeln wir messende Wahrnehmungen, um uns der Vergangenheit und Zukunft aller dieser Veränderungen immer umfassender zu bemeistern.

Die Lage aller Körper unseres Sonnensystems und so vieler Sterne, als möglich ist, wird Jahr aus Jahr ein seit über 100 Jahren auf der Sternwarte zu Greenwich und jetzt auf etwa 20 grossen Warten, von denen vier auf der südlichen Erdhälfte liegen, durch Messung an bestimmte Zeitpunkte und an gewisse festzuhaltende Punkte im Raum angeknüpft und so im Maasse dauernd aufbewahrt.

Die Theorie hat dann diese von dem Beobachter in Zahlen festgehaltenen Momentbilder mit einander zu vergleichen, und das grosse Erklärungsprincip der allgemeinen Anziehung nach dem Newton'schen Gesetz, das die allgemeinen Züge der Bewegungen bisher so herrlich dargestellt hat, zu ihrer Verbindung anzuwenden.

Man kann oft von Laien die Frage hören, was denn beständig an den Bewegungen zu messen und zu beobachten sei, ob denn nicht in der langen Reihe von Beobachtungen alle die Umlaufszeiten und Constellationen endlich genügend bestimmt worden seien, warum man nicht lieber jetzt alle Kraft anwende, um die Verstärkung der Fernröhre zu erreichen, die einen Einblick in Formen und Leben auf den Oberflächen der zugänglicheren Himmelskörper zu erlangen gestatte, selbst wenn man die Fernröhre, um ihre Leistungen den wallenden Erzitterungen des unteren Luftkreises zu entziehen, auf den höchsten Bergen aufstellen müsste.

Darauf ist zu erwidern, dass es für die Wissenschaft viel höher gilt, ein mächtiges Gedankenprincip, dessen Uebereinstimmung mit einem Naturgesetz bereits wahrscheinlich geworden ist, mit aller Feinheit und Schärfe auf die Erklärung aller streng bestimmten Bewegungsphänomene anzuwenden, um aus ihnen entweder die Bestätigung desselben bis in das Kleinste und Fernste zu erlangen, und so die Macht und das Glück, die jenes Erklärungsprincip gegenüber der verdriesslichen und bedrückenden Fülle der einzelnen Wahrnehmungen und Empfindungen uns verleiht, der Menschheit zu sichern, oder um aus den delicaten Phänomenen, in denen Abweichungen davon angedeutet sind, die Kenntniss neuer Kräfte und neuer Ideen sorglich und sicher abzuklären.

Gegen diesen reinsten Typus alles wahren Gewinnes für unser Erkennen kann es nicht in Frage kommen, ob schneller oder langsamer mehr Einzelnheiten der Oberflächengestaltung der nächsten Himmelskörper erkannt werden. Zur Erklärung der physischen Beschaffenheit derselben fehlen uns noch zu viele Mittelglieder, als dass eine schnelle Bestätigung mathematischer Annahmen und dadurch eine Unterstützung aller übrigen Aufgaben durch Wahrnehmungen solcher Art unmittelbar gehofft werden könnte.

Die Energie der geistigen Thätigkeit des Menschengeschlechtes ist zwar bereits eine so hohe, dass auch für Forschungen der letzteren Art, deren Wichtigkeit an sich zu verkennen unphilosophisch sein würde, rüstige Fürsorge völlig gesichert ist, aber hervorzuheben ist dennoch, dass in erster Linie den Astronomen gegenwärtig die

volle Durchführung des Newton'schen Gedankens in allen Bewegungserscheinungen obliegt.

Eindringende und erhebende Bestätigungen desselben haben die letzten Jahrzehnte schon geliefert; das Dasein eines Planeten, des Neptun, wurde berechnet und erst dann mit den Augen constatirt; unser Sonnensystem wird immer mehr in seinen feinsten Bewegungserscheinungen in ein Gebäude strenger Schlüsse verwandelt, doch tauchen bereits an einigen Stellen, zumal bei den Bewegungen und Erscheinungen der Kometen, Abweichungen unserer Schlüsse von der Wahrnehmung auf, welche weite Perspectiven auf neue Gebiete von Kräften eröffnen.

Eine subtile Schwierigkeit, welche neuerdings in der Mondbewegung enthüllt wurde, könnte ihre Erklärung in einer sehr langsamen Verminderung der Umdrehungszeit der Erde finden, an welcher die grossen Pulsschläge des Oceans in Ebbe und Fluth vielleicht einen Antheil haben.

Durch die endgiltige Lösung dieser Schwierigkeit würden nicht allein die Schlüsse über den früheren Wärmezustand der Erde noch gesicherter werden, sondern für die fernste Vergangenheit würde die Stellung des Mondes zur Sonne dann so genau bekannt werden, dass man auf einige Jahrtausende vor Christo die Zeitrechnung sicher an jede totale Sonnenfinsterniss anknüpfen könnte, deren Eintritt und begleitende Zeitumstände der Schrecken der Urvölker in Erz oder Stein festgehalten hat.

In den Tiefen des Fixsternhimmels hat sich nun auch eine Fülle von Bewegungen eröffnet, so dass man fast genöthigt wäre, den Namen „Fixstern" aufzugeben, wenn er nicht relativ noch berechtigt wäre.

Einzelne Sterne und Sterngruppen haben sich schon seit griechischer Zeit so verschoben, dass der Anblick ganzer Sternbilder merklich dadurch verändert sein muss.

Ein Astronom, welcher auch Musiker war und einst die Ehre hatte, eine von ihm geschriebene Oper, der Argonautenzug betitelt, Humboldt zu überreichen, konnte es deshalb zu Humboldt's grosser Belustigung als einen Vorzug seines Werkes hervorheben, dass es ihm möglich gewesen sei, für die Decorationen dieser Oper die

Stellung der Sternbilder so zu berechnen, wie dieselben damals wirklich von Jason und Genossen gesehen worden seien.

In langsamem Zuge rücken die Sterne nach einer gewissen Gegend des Himmels dichter zusammen, von einer dieser entgegengesetzten Stelle aus treten sie allmälig weiter auseinander, und man schliesst daraus, dass unser ganzes Sonnensystem sich im Sternenraume nach der letzteren Richtung hin bewege, in welcher die Zwischenräume zwischen den helleren Sternen sich zu erweitern scheinen, wie die Bäume des Waldes sich vor dem Wandernden lichten und hinter ihm dichter zusammenschliessen.

Indessen genügt diese Erklärung noch lange nicht, um alle diese langsamen Bewegungserscheinungen der Fixsternwelt darzustellen und viele Jahrhunderte werden noch vergehen müssen, bevor wir diesen Erscheinungen gegenüber vergleichsweise dasselbe Material von Messungen in den Händen haben, wie die Griechen für die Bewegungen in unserem Sonnensystem in dem Museum zu Alexandria gesammelt hatten, als Ptolemaeus daran ging, das erste Weltsystem auszubauen.

Reicher und befriedigender dagegen ist bereits die Ausbeute des Verständnisses in dem Gebiete der engeren Fixsternbewegungen, zumal in dem der Doppelsternsysteme.

Dort kennen wir nun schon manche Sterngruppen, in denen von den einzelnen Sternen mehr als ein voller Umlauf um den gemeinsamen Schwerpunkt vor unsern Augen vollendet worden ist, und in denen die Vorausberechnung der Bewegungen nach dem Newton'schen Gesetz schon bedeutungsvolle Triumphe gefeiert hat. Es ist sogar gelungen, in einzelnen Fällen mit Erfolg auf das Dasein noch nicht wahrgenommener lichtschwacher Sterne zu schliessen, die sich mehr durch ihre anziehenden Wirkungen, als durch ihr Licht bemerklich machen.

Bei den grossen Arbeiten über die Bewegungen der Sterne ist denn auch in unserem Sonnensystem noch ein Reichthum von lichtschwachen Planeten entdeckt worden, welcher (an sich hochbedeutsam und werthvoll) doch den Astronomen gegenwärtig eine ähnliche Verlegenheit bereitet, wie die dringende Sorge für eine zu zahlreiche Familie mit sich bringt.

Als man am Ende des vorigen und im Anfang dieses Jahrhunderts begann, durch sorgfältige Messungen und Verzeichnungen ein Inventarium des vorhandenen festen Bestandes an Fixsternen aufzunehmen, fand man schnell hinter einander einen Besitz von vier beweglichen Himmelskörpern, welche wie Sterne aussahen, aber sich bald als Planeten auswiesen, die zwischen der Mars- und Jupiterbahn um die Sonne kreisen.

In den folgenden 40 Jahren fand ein weiterer grosser Fortschritt in der Aufnahme und Verzeichnung des Bestandes an Sternen statt. Bei dem Abschluss und der Revision dieser Inventarisirung, welche schon in die lichtschwächeren und viel zahlreicheren Sternclassen hinabstieg, begann dann wieder das Bewegliche vom Festen sich zu scheiden, und die Fortsetzung dieses Verfahrens hat uns bis jetzt 86 Planeten zwischen Mars und Jupiter geliefert*).

Da dieselben sich dem Anblicke nach von Fixsternen gar nicht unterscheiden, folglich sehr leicht unter dem zahllosen Heere derselben sich wieder verlieren und zu Verwirrungen in der Verzeichnung der Sterne Anlass geben können, so werden höchst mühevolle Arbeiten nöthig, um für alle 86 für jede Zeit eine genaue Ortsangabe unter den Sternen zu besitzen, Arbeiten, welche übrigens auch durch den hohen Werth, den diese Planeten für die genauere Bestimmung vieler anderen Bewegungen haben, belohnt werden.

Zugleich mit der Auffindung dieser zum Theil sehr kleinen Himmelskörper, von denen die meisten in manchen Alpenthälern Platz haben würden, ist es auch immer wahrscheinlicher geworden, dass die bisher so räthselhaften Erscheinungen der Sternschnuppen und Feuerkugeln ebenfalls Schaaren von noch kleineren Körpern angehören, welche vielleicht überall die Räume zwischen den Bahnen der grösseren Planeten erfüllen und bei ihren Begegnungen mit der Erde in deren Luftkreise Licht- und Explosionserscheinungen erfahren, die hauptsächlich von der Verwandlung ihrer in der dichteren Erdluft gehemmten Geschwindigkeit in Wärme herrühren mögen.

Sei es genug mit diesem kurzen Ueberblick über die Forschungen

---

*) Bis Mitte 1876 ist diese Zahl schon auf 163 angewachsen.

und die Aufgaben der Astronomie, welche die Ortsveränderungen der Gestirne betreffen.

Ausser der Form und dem Ort eines Körpers bringt uns das Licht aber auch dessen Farbe und Helligkeit zum Bewusstsein, ja noch mehr, wenn wir die feineren Messungs- und Zerlegungsmittel der neueren physikalischen Forschung zu Hülfe nehmen, insbesondere die einfach und doppelt brechenden Prismen, so stellt sich ein solcher Reichthum von feinen Unterschieden in der Art der Lichtbewegungen heraus, welche von den verschiedenen Himmelskörpern zu uns entsandt werden, dass dadurch ganz neue Gebiete der Forschung aufgeschlossen werden, welche uns der Erkenntniss der physischen Beschaffenheit der Himmelskörper viel schneller zu nähern versprechen, wie die Beschauung und Messung durch das Fernrohr allein.

Schon seit zwei Jahrhunderten sind die merkwürdigen, regelmässig periodischen Veränderungen der Helligkeit bekannt, welche einzelne Fixsterne erfahren. Die Dauer dieser regelmässigen Schwankungen beträgt bei einigen Sternen nur wenige Tage, bei anderen ein bis mehrere Jahre. Einige werden Monate lang für das schärfste Fernrohr völlig unsichtbar und dann zur vorausberechneten Zeit wieder so hell, wie die Sterne zweiter Grösse. In diesen regelmässigen Erscheinungen hat man bisher, ohne sie genügend zu erklären, nur vermocht, die Rhythmen des Glanzes durch blosse Zahlengesetze auszudrücken und so auf die Messungen der nächsten Zukunft sich stets vorbereitet zu halten.

Ausserdem giebt es aber Sterne, die Jahre lang völlig unverändert leuchten und plötzlich zu flammender Intensität emporschwellen, dann aber langsam auf den früheren Glanz zurücksinken.

Für alle diese wunderbaren Erscheinungen, deren feinere Maassbestimmung bisher nur Beobachtern von hoher Sinnesschärfe gelang, haben jetzt die Messungsmittel der Optik eine grössere Schärfe erreicht, und man wird den Einzelnheiten der Erscheinung dadurch näher treten können.

Besonders aber ist es die mathematische und experimentale Verfeinerung der ganzen Lichtlehre, welche jetzt nicht nur in der Intensität des Lichtes, sondern in einer vollständigen Erfassung des ganzen inneren Gefüges der Lichterscheinungen Mittheilungen aus

den fernsten Fernen zu lesen im Stande ist, die wir sonst nur in tastbarer Nähe mühsam erlangten.

In den Wellenbewegungen des Lichtäthers, durch deren mathematisches Bild sich die Lichtphänomene ausdrücken lassen, unterscheidet man jetzt in der Schwingungsform und Schwingungsgeschwindigkeit ebensowohl, wie in der Schwingungsweite der Aethertheilchen, von Stoffen welcher Art das Licht ausgesandt oder zurückgeworfen ist, oder welche es durchwandert hat, und die astronomische Forschung verschmilzt hier unmittelbar mit der Arbeit des Physikers und Chemikers, ja die Resultate sind hier einzig und allein ein Ruhmestitel der Physik und Chemie.

Ich muss mir hier versagen, auf die Details dieser Resultate einzugehen, zumal da dieselben, so verheissend die Methode ist, doch noch mancher Bestätigung bedürfen werden.

Wen sollte nicht fast kühler Zweifel beschleichen, wenn er vernimmt, dass es gelungen ist, am Spektrometer des Fernrohrs zu sehen, dass der grosse glänzende Nebelfleck im Orion zum Theil aus Stickstoff besteht. Und doch ist alles, was zu diesem Schlusse geführt hat, bisher als völlig den Principien der naturwissenschaftlichen Methode und der Wahrscheinlichkeit gemäss befunden worden.

Gewaltig und himmelstürmend erscheint dies Emporstreben der Wissenschaft, und doch, wenn man es recht betrachtet, ist das Ziel ein recht bescheidenes.

Was hat man erreicht, wenn es nun nach Jahrhunderten gelingt, alle Bewegungen in unserem Sonnensystem vollständig durch ein einziges einfaches Gesetz, das Newton'sche, zu erklären und auch einen grossen Theil der Fixsternbewegungen sicher damit zu umfassen?

Dann heisst es erst recht: Jetzt erklärt dieses Anziehungsgesetz.

Was hat man erreicht, wenn man in allen Himmelskörpern einige wenige einfache Stoffe nachweist? Dann erst recht erhebt sich die Frage: Wie entsteht daraus die unermessliche Vielheit aller Gestaltung und alles Lebens.

Man kann sich also wohl einen Humoristen oder einen Poeten denken, welcher, menschliche Gestaltungen voll Glück und Schön-

heit im Herzen, dieses gewaltige Streben nach Erkenntniss, welches jetzt immer mehr die Menschheit entflammt, als ein tantalisches Verlangen bitter belächelt, vor dem ewig die letzte Wahrheit flieht.

Und doch! wenn man in die Vergangenheit blickt, wenn man sieht, wie dasselbe niemals zu dämpfende Verlangen, das verwirrende Viele nicht nur in der Natur, sondern auch im Menschenleben, unter immer einfachere und zugleich immer umfassendere Gedanken einzuordnen, von Anbeginn bewusster Menschheit bald dunkler, bald heller — aber immer das Eine — sowohl grosse Gesammtbewegungen erzeugt, als das ganze Leben einzelner Männer von jeher mit unbeschreiblicher Hingebung, nicht in Gluth und Begeisterung, sondern in Ernst und Klarheit erfüllt hat, wenn man sieht, wie rein und sicher, trotz aller Langsamkeit und Unterbrechung, die feste Form dieses Strebens von jeher festgehalten worden ist, dann kann man nicht anders, als sich das Walten eines grossen Gesetzes gestehen, dem sich der Einzelne nur scheinbar und mit grober Selbsttäuschung entzieht, dem er, unbewusst emporgehoben durch vereinte Kräfte, sein einzelnes Glück seinen Antheil an den grossen Gedankenharmonien der Wissenschaft verdankt.

Getragen von dem grossen Strome des Lebens frägt er nicht mehr eitel wohin? wozu?

Seine Weltansicht schwankt nicht mehr von absoluten Ideen zu dichterischen Gebilden; ihr Inhalt ist das feste, schlichte Bewusstsein jenes grossen Gesetzes, welches, wunderbar mächtig, seinem Wesen nach unerklärt, doch dunkel geahnt, in dem Geiste der Menschen nach Frieden und Freiheit, d. h. nach Abhängigkeit von dauernden Gedanken drängt.

Welches Ziel auf diesem Wege erreicht wird, liegt in den Händen einer höheren Macht, aber eine Bestimmung wird erfüllt.

Will man eine vielfach gebräuchliche Unterscheidung von Naturwissenschaften und Geisteswissenschaften annehmen, so kann man wohl sagen, dass mitunter der Werth der Naturwissenschaften zu einseitig hervorgehoben wird. Ihre Probleme sind viel einfacher, als die der Geisteswissenschaften, und wenn sie deshalb schneller zu Erklärungen gelangt sind, die fast den Werth von Gesetzen

haben, so wäre es doch derselbe Fehler, den die Pythagoräer einst begingen, als sie die einfachsten Gesetze der musikalischen Empfindungen zur Erklärung der ganzen Welt stempelten, wenn man jetzt die Schemata der Naturwissenschaften für die schwierigeren Probleme der Lehre vom Menschen schlechtweg als giltig ansehen wollte.

Merkwürdiger Weise ist aber dieser Weg der Analogie, der nie ganz rein von Schlussfehlern ist, von jeher ein Typus der Fortentwickelung gewesen. Bei seiner Verfolgung wird es sicherlich um so weniger an Besonnenheit fehlen, je mehr das Verständniss des grossen Gesetzes der Entwickelung sich verbreitet und vertieft, und den einzelnen Menschen wird dabei die hohe Gabe nicht verlassen, an den Grenzen seiner Erkenntniss eine Welt der Schönheit zu entfalten.

Die Astronomie steht gegenwärtig nicht im Vordergrunde der grossen Entwickelung.

Auf den Gebieten der irdischen Naturforschung ist die Aussicht plötzlich neue, weitreichende Zusammenhänge entdecken zu können, gegenwärtig grösser, als in der Astronomie, deren einzelne Schritte allgemach beginnen, sich nach Jahrhunderten zu bemessen.

Die Astronomie jedoch, wenn sie die Erfolge des Einzelnen im Vergleiche zu den Mühen wenig begünstigt, giebt dafür Ersatz in dem hohen Einklange, den die Einsicht in ihren festen, gesetzlichen Bau und die Theilnahme an seiner planvollen Vollendung gewährt.

Ihre grossen öffentlichen Leistungen für den unmittelbaren Nutzen des menschlichen Verkehrs, z. B. für die Schiffahrt, sind den Völkern jetzt auf lange hinaus gesichert; sie befürchtet dennoch keinen Nachlass in der äusseren Förderung ihres Fortschrittes; denn es ist jetzt die Zeit gekommen, wo die Pflege der Ideen als solcher, die Pflege alles dessen, was die Sitten sänftigt, als die höchste Blüthe und der höchste Stolz jedes Gemeinwesens gilt, wo das hohe Dichterwort immer mehr zu Ehren kommt:

> **„Und was in schwankender Erscheinung schwebt,**
> **Befestiget mit dauernden Gedanken."**



Gedächtnissrede zur Säcularfeier des Geburtsjahres Alexander von Humboldt's,

gehalten im October 1869 in einer Berliner Lehrerversammlung.

„Halte das Bild der Würdigen fest, wie leuchtende Sterne
Theilte sie aus die Natur durch den unendlichen Raum."

Dieses Mahnwort des Dichters zu erfüllen und in der Weihe der Gemeinsamkeit das Bild eines der Würdigsten fest und fester der Seele einzuprägen, dazu hat die Vereinigung der Lehrer Berlins diesen Tag in dem Säcularjahre der Geburt unseres grossen Alexander von Humboldt erwählt.

Möge es auch mir, den Ihre ehrenvolle Einladung heut an diesen Platz gerufen, gelingen, zur Feier eines solchen Namens die rechten Worte zu finden.

Vor dieser Versammlung wird es heute nicht meine Aufgabe sein, Humboldt's Leben zu schildern, seine Werke zu charakterisiren und seine einzelnen Verdienste aufzuzählen. Gewiss haben die Meisten von Ihnen bereits selbst im Kreise der Jugend oder im weiteren Kreise der Gemeindegenossen von dem hohen Mann und seinem reichen Leben zu erzählen Anlass gehabt, und das für unsere heutige Gedächtnissfeier unerlässliche lebensgeschichtliche Detail hat bereits in dem Vortrage des Herrn Vorredners seinen Platz gefunden.

Ich glaube danach, dass nunmehr die besondere Gunst, vor einer solchen Versammlung sprechen zu dürfen, mich verpflichtet und berechtigt, ein weiteres Ziel in das Auge zu fassen und auf den Voraussetzungen hinreichender lebensgeschichtlicher Kenntniss weiterbauend, eine Würdigung der Bedeutung, welche der Genius Alexander von Humboldt's für die ganze Menschheitsentwickelung hat, wenigstens zu versuchen.

Wir haben einen Mann vor uns, welcher überall auf der weiten Erde, selbst da, wo man nichts von seinen Schriften gelesen hat, in dunklem Begeisterungsdrange als ein Wohlthäter der Menschheit gepriesen wird, einen Mann, dessen Name, obwohl er den Kämpfen der Tagesmeinungen stets fern geblieben ist, doch zu einem Feldzeichen in dem grossen Streite zwischen Wissenschaft und Glauben geworden ist; wir haben einen Forscher vor uns, über dessen

Haupte, obwohl seine Zeit auf einzelnen Gebieten der Naturforschung nicht arm an noch grösseren Heroen ist, dennoch wie eine Strahlenglorie der populäre Name des Grössten schwebt.

Gewaltig ist das Werk, das dieser Geist auf Erden gethan, allumfassend und tiefdurchdringend die Kraft, welche so mächtige geistige Bauwerke zu Nutz und Frommen der Menschheit errichtet hat, aber grösser und herrlicher noch ist trotz aller auch ihm nicht fehlenden Schwächen die Wirkung seines ganzen lichtumstrahlten Lebens, eine Wirkung, die sich nicht auf die Tragweite der edlen, fast vornehmen Sprache dieses Geistes beschränkt, sondern die sich von Herz zu Herz fortgepflanzt hat und ein elementares Wohlgefühl, wie die Sage von vergangener goldener Zeit oder die Verheissung künftigen Glückes selbst da noch hervorruft, wo die Strahlen von Humboldt's Forschung noch wenig Macht über die Nebel dumpfen Wahn- und Bedürfnisslebens zu gewinnen vermochten.

Woher diese wunderbaren Wirkungen der Persönlichkeit des grossen Naturforschers, woher diese fast überschwängliche Begeisterung des Volkes für ein Leben, welches direct zu dem Wohl und Wehe der Menschen keine naheliegenden Beziehungen zu haben scheint?

Gewiss ist der besondere Zauber des Namens Humboldt anfänglich aus den Wirkungen entstanden, welche die grosse amerikanische Reise auf die Einbildungskraft der Menschen ausgeübt hat. Wenn schon kühne Männer, die mit festem Muth und hellem Blick ferne Gegenden aufsuchen und den Gefahren und Mühsalen der Wildniss trotzen, in jedem Falle der herzlichen Sympathie, ja, wenn der Erfolg bedeutend ist, der warmen Begeisterung der Menschen sicher sind, so kam bei Humboldt's grosser Forschungsreise der besondere Reiz dazu, dass er Länder betrat, in denen die Pracht der Vegetation, die Erhabenheit der Berge, die Gewalt der vulkanischen Erscheinungen ungewöhnliche Wirkungen auf die Einbildungskraft ausüben mussten, und dass diese Länder ein Mann von glänzenden Gaben und hoher Lebensstellung betrat, dem nicht nur in der Schilderung solcher Eindrücke fast musischer Wohllaut zu Gebote stand, sondern in dessen Darstellung auch ein Geist und eine

Gesinnung von ungewöhnlich ergreifender Kraft und Grösse sich aussprachen.

Niemals vorher war es geschehen, dass ein reisender Forscher sich allen Naturerscheinungen gegenüber nicht nur im Besitz der besten vorhandenen Kenntnisse, sondern auch im Besitze von zahlreichen neuen und fruchtbaren Ideen erwies, welche eben erst begonnen hatten, die Gipfel der geistigen Welt Europa's zu erleuchten und der Mehrzahl selbst der Naturforscher damals noch ungeläufig waren.

Ein Geist, von dem Morgenlicht einer neuen Zeit erhellt, zur höchsten Wirkung innerhalb der Culturwelt befähigt, war von der Allgewalt, mit welcher grosse Gedankenformen in ihm nach Bewährung und Erfüllung durch reicheren und immer reicheren Inhalt lechzten, hinausgetrieben worden in den dunklen Urwald und wandelte dort umher wie eine Leuchte unter den riesenhaften Erzeugnissen üppigster Schöpfungskraft, Allem, worauf sein Blick fiel, einen neuen Sinn, eine richtigere Stelle in der Gesammtheit der Erscheinungen verleihend.

Aber auch eine völlig neue und ergreifende Gesinnung in der Beurtheilung menschlicher Verhältnisse klang aus den Reiseberichten des hohen Mannes hervor.

Die Art, wie er die Culturzustände der rohen Völker, die politischen und gesellschaftlichen Zustände der amerikanischen Staaten beurtheilte, liess erkennen, dass die grossen humanen Principien welche die kräftigsten französischen Geister des 18. Jahrhunderts wieder in das Gedächtniss der Menschen zurückgerufen hatten, und welche bei den Humboldt befreundeten Heroen der deutschen Litteratur in unvergänglich schönen Lebensgestalten gewissermaassen Fleisch und Blut geworden waren, dass diese Principien in dem Urtheile des Reisenden bereits so sicher wie ewige, unbestrittene Naturgesetze walteten, denen gegenüber bei ihm alle engherzigen Sophismen der Interessenpolitik als ohnmächtige Versuche, den grossen Gang der humanen Entwickelung zu hemmen, unerbittliche Verurtheilung fanden.

Wie erquickend ist es noch jetzt, das zu lesen, was Humboldt damals über die Negersclaverei ausgesprochen, und wie beschämend

fühlt man, durch welche Wirrsale egoistischer Interessen und politischer Schlussfehler seit jener Zeit das öffentliche Urtheil über solche Fragen, wenn auch nur vorübergehend, getrübt werden konnte, während der grosse Forscher unverrückt an den reinen Gedanken, die sein jugendlicher Geist mit froher Sicherheit erfasst hatte, bis in das höchste Greisenalter festhielt.

Neben hoher Menschenliebe bewies Humboldt aber auch eine damals noch höchst seltene Fähigkeit, die naturwissenschaftliche Methode auch auf die Erforschung menschlicher Verhältnisse anzuwenden — einen hellen Blick für alle Zusammenhänge der menschlichen Zustände mit den natürlichen Bedingungen des Daseins, Klima, Bodengestaltung u. s. w. und einen geschickten Sammlerfleiss auch für diejenigen in Zahlenverhältnissen auszudrückenden Erscheinungen, auf Grund deren sich erst jetzt eine wissenschaftliche Behandlung der Probleme der menschlichen Gesellschaft zu entwickeln beginnt.

Also der Eindruck jener heldenhaft kühnen Reise, verbunden mit der aus jeder Zeile von Humboldt's Briefen und Berichten sprechenden ungewöhnlich reichen Geistesanlage und ergreifend warmen Organisation der Mitempfindung, hatten schon vor einem halben Jahrhundert seinem Namen einen ganz besonderen Ruhm und Glanz verliehen, welcher hingereicht haben würde sein Leben bis in das höchste Alter hinein zu erhellen, selbst wenn fortan seine Wirksamkeit einen durchaus schlichten Charakter gehabt hätte.

Aber nach dem Abschluss der grossen Reise und der Ordnung und Verwerthung der überaus reichen Sammlungen von Gegenständen und von Wahrnehmungen und Aufzeichnungen, durch welche die Reise noch Jahrzehnte lang eine Fundgrube heimischer Forscher wurde, begann sich erst in ganzer Kraft und Reinheit das Lebensgesetz dieses Geistes zu verwirklichen, dergestalt, dass, während die unmittelbaren Eindrücke seiner jugendlichen oder heroischen Zeit unter den Mitlebenden allmälig verblichen, von Jahrzehnt zu Jahrzehnt die begeisternde Wirkung seiner stillen Thätigkeit mächtiger sich entwickelte und in immer weiteren Kreisen eine Ahnung von dem Glücke hervorrief, dessen Verkündigung und Verbreitung ihm unverwandt vorschwebte.

Es erscheint als eine Verwegenheit, in kurzen Worten das Gesetz dieses Lebens, das ganze Geheimniss seiner Wirkung auf die Seelen der Menschen aussprechen zu wollen. Ich muss daher auf Ihre besondere Geneigtheit und Nachsicht rechnen dürfen, wenn ich dennoch diesen Versuch wage.

Mancherlei Missklänge trüben bekanntlich die allgemeine festliche Feier des Namens Humboldt.

Der ganze Mann war so gross, dass der Glanz, welcher eben aus der harmonischen Gestaltung seines Geistes und seines Lebens hervorging, eine Menge von Urtheilstäuschungen bei denen hervorgebracht hat, deren Empfindungen und Neigungen oder deren Interessen sie jenen Glanz nur widerwillig ertragen liessen. So haben sie vielfach einzelne Theile seines Lebens oder seiner wissenschaftlichen Thätigkeit aus dem Ganzen herausgerissen, und als sie bei näherer Betrachtung dieser Bruchstücke von dem hellen Lichte, das die ganze Erscheinung umfloss, nur viel geringere Spuren wahrnahmen, haben sie wohl selbstzufrieden oder höhnend das ganze Licht der Erscheinung für ein zufälliges oder erborgtes erklärt.

Was zunächst Humboldt's Bedeutung auf dem eigentlichen Gebiete der sammelnden und messenden Naturforschung betrifft, so ist es wohl der richtige Sachverhalt, dass er auf zahlreichen Gebieten ein in grossartigem Style thätiger und völlig competenter Forscher war, dass ihm einzelne Zweige der Naturerkenntniss Beiträge von mindestens derselben Schlichtheit, Sicherheit und Routine verdanken, die den ganzen Lebensinhalt und mit Recht den Stolz so vieler ehrenwerthen wissenschaftlichen Männer ausmacht. Der Astronom, der Meteorologe und Physiker wird z. B. mit Freuden den echt zunftgemässen Werth der geographischen, meteorologischen und magnetischen Messungen des grossen Reisenden zugestehen.

Aber vergleicht man diese und andere seiner wissenschaftlichen Beiträge mit den Leistungen der gewaltigen Männer, welche die Technik der Forschung mit mathematischem Tiefsinn und mit der Gabe, aus den letzten Quellen der menschlichen Gedankenarbeit zu schöpfen, verbinden, vergleicht man z. B. auf den genannten Gebieten Humboldt mit Zeitgenossen, wie dem grossen Bessel und dem ausserordentlichen Denker und Forscher Gauss, dann sieht man

klar, dass Humboldt's Name seine gefeierte Grösse ganz andern Vorzügen verdanken muss als seiner Forscherthätigkeit; denn zu Forschern, wie die genannten Beiden hat Humboldt selbst immer wie zu grossen Meistern dankbar und bewundernd emporgesehen, während sie das deutsche Volk im Allgemeinen nicht kennt.

Es ist eben Humboldt's eigentliche und höchste Bedeutung eine eminent pädagogische, seine höchsten Gaben lagen auf litterarischem Gebiete, auf dem Gebiete der Darstellung und Verbindung der Thatsachen, der Klärung und Gestaltung der wissenschaftlichen Meinungen, der lichtvollen Beherrschung und Anordnung einer Summe von Kenntnissen und Gedanken, wie sie nur in Intervallen von Jahrhunderten sich in eines Menschen Haupte vereinigt vorfinden.

War es ihm auch durch Gaben und Neigungen nicht vergönnt, in den feinsten Werkstätten des menschlichen Gedankens selbstthätig einzugreifen, so besass er dagegen die unvergleichliche Gabe, die tiefsinnigsten und fernliegendsten Geistesthaten Anderer in ihrem Werthe für das Ganze schnell zu erfassen, an die rechte Stelle zu setzen und überall mit höchster Sympathie, man kann sagen, meistens mit dem vollendeten Geschmacke des Kenners den leisesten Fortschritt zu begrüssen und zu fördern, in welchem er die Hand eines Künstlers des Gedankens erkannte.

So war er lange Zeit hindurch in gewisser Beziehung das Bewusstsein, die Seele der wissenschaftlichen Welt. Durch ihn fühlten sich die vereinzelten Kräfte verschiedener Nationen näher verbunden, durch ihn befruchteten sich Ideen, die auf weit getrennten Gebieten der Wissenschaft erblüht waren, durch ihn erfuhren grosse Gedankenarbeiten in der Stille freudige Förderung, bevor noch der Name ihrer Urheber irgend einen Klang gewonnen hatte, durch ihn endlich wurde in einem grossen Gesammtwerke, dem Kosmos, zu welchem Forscher aller Gebiete und aller Nationen beitrugen, die Strahlen der Naturerkenntniss, ja man kann sagen, der Geistesbildung seiner ganzen Zeit wie in einem Brennpunkte zu mächtiger Lichtwirkung und dauerndem Gedächtniss vereinigt. Und viele Heroen der Forscherarbeit neigten sich mit Freuden diesem eminent verständnissvollen, der begeisterndsten Sprache mächtigen und alle sanft zu gemeinsamen Zielen leitenden Geiste. —

Dass es auch manche gab, welche sich widerwillig neigten, dass es auch bedeutende Männer gab, welche die Wohlthaten, die dieser Genius spendete, gar nicht oder nicht in rechtem Maasse würdigten, darf uns bei einer solchen Wirksamkeit nicht befremden. —

Gerade bei der Vergleichung der Lebensthätigkeit Humboldt's mit anderen grossen Erscheinungen tritt uns in hellstem Lichte die Verschiedenheit zweier Haupt- und Grundformen menschlicher Begabung und Bethätigung entgegen, und diese Verschiedenheit verkümmert den der einen oder der andern Grundform näher stehenden Individuen selbst gar oft die richtige gegenseitige Würdigung, während einer Betrachtungsweise, die sich darin geübt hat, individuelle Urtheilstäuschungen zu vermeiden und dem geistigen Auge diejenigen gewissermaasen perspectivischen Gesetze des Urtheils einzuschärfen, welche das Wesen humaner Gerechtigkeit bilden, das unbewusste Zusammenwirken der beiden grossen Typen, gerade als eine der bewundernswerthesten Erscheinungen der Culturentwickelung sich darstellt.

Schiller hat — allerdings nur für Werke der Kunst und für Künstler — zwei grosse Typen unter den Namen der „naiven" und der „sentimentalischen" Gattung gesondert, und diese beiden Grundformen in glänzender Schärfe und Schönheit der Sprache charakterisirt. Bei analoger Anwendung auf geistige Production überhaupt würden diese Namen nicht angemessen erscheinen, und es würde vielleicht umfassender und angemessener statt derselben zu sagen sein: die exacte oder esoterische und die idealische Geistesrichtung.

Für die idealische Richtung ist es charakteristisch, dass bei den Geistesproducten ihrer Vertreter die Bedeutung der Persönlichkeit und das Streben nach der harmonischen Vollendung ihrer Bethätigungen und Wirkungen, in Verbindung mit den sympathischen Elementen des Seelenlebens, wesentlich die Stimmung der geistigen Gestaltungen beherrscht, dass bei ihnen keine noch so vertiefte, schlichte und objective Erforschung und Darstellung begrenzter Erscheinungen der Wirklichkeit zum Abschluss gelangt, ohne einen reichen Abklang in einem weiten Horizonte von verwandten Gedanken zu finden und eine mindestens mittelbare Beziehung auf einen auch der ganzen Menschheit bestimmten Erkenntniss- und

Glückeszustand zu wecken; dass ihre Darstellung auch des nüchternsten Wissenstoffes die Neigung offenbart, Formen zu finden, die durch Allgemeinheit, Anschaulichkeit und Fruchtbarkeit an Analogien als humane Bildungsmittel wirken, dass endlich allen menschlichen Zuständen gegenüber nirgends dèr augenblickliche Gleichgewichtszustand der Kräfte ruhig respectirt, sondern überall die allgemeinsten Forderungen des Gedankens geltend gemacht werden.

Kann man ein vollendeteres, reineres Bild eines solchen idealischen Forschergeistes finden, als das unsers Humboldt's?

Kann man eine grossartigere idealische Wirksamkeit nennen, als seine Wirksamkeit, sowohl die unmittelbare als die mittelbare?

Hat nicht sein Geist ausser den unmittelbaren Wohlthaten, die er spendete, auf naturwissenschaftlichem Gebiete Entstehung, Inhalt und warmes Leben der ganzen idealischen und populären Litteratur gegeben, welche nun auch in die Hütten die Wohlthaten der Erkenntniss zu tragen begonnen hat? —

Gegenüber steht nun ein anderer geistiger Typus, für den die Bezeichnung exact, wenngleich sie nicht überall völlig treffend ist, doch die umfassendste sein dürfte. Der exacten Geistesverfassung ist es eigen, innerlich weniger stark bewegt, weniger stark zum universellen Bilden, Gestalten und Harmonisiren aufgelegt, den Erscheinungen der Wirklichkeit gegenüber ein reinerer und treuerer Spiegel zu sein, besondere Freude in der subtilsten Ergründung der Thatsachen, der feinsten Messung und Zerlegung und in der meinungslosen, gewissermaassen epischen Darstellung des reinen Sachverhaltes zu finden, weniger der lichtvollen Verbreitung des Erkannten nach aussen, mehr der tiefsten Verfolgung der Gedankenwurzeln nach innen zu leben, auf engere Gedanken- und Lebenskreise Forschung und Darstellung zu beschränken und der Bildung von umfassenderen Analogien, von kühneren Combinationen abhold zu sein aus im Allgemeinen berechtigter, wenn auch oft im Einzelnen ganz illusorischer Neigung für die höchstmögliche Strenge der Gedankenarbeit, endlich den Problemen der menschlichen Gesellschaft und der religiösen Entwickelung gegenüber nur das Nächstliegende zur Grundlage einer oft sehr unkritischen Beurtheilung zu machen und daher auch überwiegendes Verständniss und überwiegende

Schätzung für solche Systeme zu hegen, deren Verwirklichung bisher erfahrungsmässig die höchste Gewähr des Gleichgewichtes der vorhandenen Kräfte geboten hat, wenn nur diese Systeme im Einzelnen der geliebten Strenge des Gedankens entsprechen, mögen sie auch im Ganzen und Grossen auf nackter Willkür der Annahmen beruhen.

Männern von solcher Geistesverfassung verdankt die menschliche Culturentwickelung ebenfalls hohe Wohlthaten, die höchsten auf rein wissenschaftlichem Gebiete.

Hohe, epochemachende Geistesthaten gelingen ihnen allerdings nur, wenn ihnen mindestens eine starke Beigabe von dem weiteren, wärmeren Wesen der idealischen Naturen verliehen ist, ebenso wie den letzteren wahre Grösse nur dann innewohnt, wenn ein Element der kühleren Feinheit und der strengeren Besonnenheit esoterischer Naturen ihnen zu Theil geworden ist.

Ausschliessliche einseitige Begabung der einen oder andern Art schafft zwar tüchtige Leistungen auf allen Gebieten der menschlichen Arbeit, aber das Wahre und Grosse geht dann nicht aus der individuellen Leistung, sondern nur aus dem Zusammenwirken beider Richtungen hervor, aus jenem unbewussten Zusammenwirken, in welches ein höheres Lebensgesetz den unablässigen Kampf der Beiden auflöst.

Selten oder nie gewinnen grosse Männer von vorwiegend exacter, esoterischer Richtung die begeisterte Liebe der Menschheit, wenn ihnen auch der Nachruhm der Jahrhunderte oft noch köstlichere Kränze flicht, als den vorwiegend idealischen Männern.

Wer wollte es den Menschen verargen, wenn sie sich nur für diejenigen unmittelbar erwärmen, deren Leben unablässig der hohen Aufgabe hingegeben ist, ihnen aus dem allgemeinen Schatze strenger Gedankenarbeit Licht und Leben zu spenden, wenn sie Achtung jeder tüchtigen Arbeit, Liebe aber nur denjenigen schenken, die nicht nur Liebe zu der Wahrheit, sondern auch unmittelbar Liebe zu den Menschen bethätigen.

Grosse exacte Denker sind auch der Menschheit Wohlthäter, grosse idealische aber sind ihre Wohlthäter und Freunde zugleich.

Sicherlich ist das Leben der an strenge Forschung allein hingegebenen Männer an tiefem Frohgefühl des Denkens reicher.

Betrachten wir ein Leben, wie das von Newton, wie das von Gauss, was könnte dem erhabenen, von jeglichem Ruhmesglanz unerreichbaren Glücke solcher Geister gleichkommen.

Mühevoller, entsagungs- und enttäuschungsreicher, ärmer an eigenem Glück ist das Leben der grossen Menschenfreunde.

Aber um ihr Leben wallt eine Glorie von Liebe und Begeisterung, die ihr Glück zwar nicht mehr erhöht, aber doch den dankbaren Herzen der Menschen als eine Art von Ersatz erscheint, der einzige, den sie noch zu spenden vermögen, als ein Anblick, welcher das eigene Bewusstsein erhebt und läutert und in alle Zukunft den kommenden grossen Seelen auf ihrem Lebenswege freundlich vorschweben mag.

Der grosse idealische Zug in Humboldt's Leben ist es aber nicht allein, welcher die Quelle unserer besonderen Verehrung bildet, sondern diese hohe Geistesthätigkeit von idealischer Form hatte auch einen besonders grossartigen und ergreifenden Inhalt, einen fast völlig neuen Inhalt, dessen Gestaltung in Schrift und Leben eine Epoche in der Geschichte der Menschheit bezeichnet.

Zum ersten Male tritt uns in ihm ein Geist entgegen, welcher, durch keinerlei Gebilde menschlicher Illusion beirrt, auf allen Gebieten der menschlichen Erkenntniss die vollen Consequenzen der grossen kosmologischen Gedanken und der grossen tellurischen Entdeckungen vorangegangener Jahrhunderte zieht, welcher mit erhebender Energie die Weltstellung des Erdkörpers und die Gestaltung der Erdoberfläche als Schauplatz der Geistesthätigkeit des einen grossen Individuums Menschheit ganz erfasst, welcher mit fester Hand für die Menschheit Besitz ergreift von der Erscheinungswelt der ganzen Erde, welcher endlich mit reinstem Verständniss und höchstem Gleichmaass des Urtheils, geleitet von der Leuchte seiner grossartigen kosmischen Auffassung auch, in die Erkenntnissgeschichte des ganzen Menschengeschlechts hinabsteigt.

Schon als Jüngling mit wunderbarem Tact und Eifer besonders auf allen denjenigen Gebieten der Naturforschung thätig, wo es sich um fundamentale oder erdumfassende Probleme handelt, als Mann

durch Ocean und Land immense Strecken der Erdoberfläche selbst räumlich und geistig in Besitz nehmend, ward er offenbar in der Einsamkeit grosser, wilder Natur in höchster Intensität durchweht von der erhabenen Weihe des ganzen Erdenlebens der Menschheit, ergriffen von der liebevollen Grösse der umfassenden, rein menschlichen Philosophie, in deren froher Uebung er später unter den Mächtigen der Erde und durch die Conflicte des Lebens einherwandelte, wie eine heitere Lichtgestalt, theils den Kleinlichkeiten des sogenannten grossen Lebens mit seufzendem Humor weichend, theils mit scharfem Witz sie geisselnd, strahlend von Geisteskraft bis in ein hohes Greisenalter, welches sonst schon von den Schatten des Lebensabends verdüstert wird.

Mit sicherer Hand zeichnet schon der jugendliche Forscher um die Erdkugel die bedeutungsvollen Liniensysteme, welche nicht nur den gesammten Verlauf der wichtigsten Erscheinungen der Erde der Anschauung näher bringen, sondern auch der Forschung als Leitlinien dienen; mit ergreifender Grösse der Analogien hebt er die einzelnen Naturwissenschaften aus den engen Bezirken, in denen sie bis dahin sammelnd und vergleichend thätig waren, heraus, lehrt überall durch Vergleichung der Erscheinungen verschiedener Zonen und verschiedener Höhen und Tiefen die wirkenden Kräfte sicherer und einfacher erfassen, schaut endlich auch mit Klarheit hinaus in die Himmelsräume, und im Anschluss an die kühnen Gebilde der Weltarchitektur Wilhelm Herschel's handhabt er zum ersten Male die grossen Gedanken, welche Copernicus, Keppler und Newton errungen, mit genialer Freiheit, ja mit einer solchen Schönheit und Erhabenheit der Sprache, dass man mit einigem Recht sagen kann, durch ihn sei die copernicanische Weltanschauung zuerst und für alle Zeiten auch eine hohe, sittliche Macht in den Gemüthern geworden.

Dann in dem zweiten Bande des Kosmos senkt er den hellen Blick in die Tiefen der Geschichte, competente Erforscher aller Zeiten und Litteraturen gesellt er sich zu freudigen Helfern, und obgleich er sich auf die Entwickelungsgeschichte des Naturgefühls der Menschen und des Bestrebens, das physische Weltganze einheitlich zu erfassen, beschränkt, wird das Buch in seinen reichen

Verzweigungen eine Entwickelungsgeschichte des Menschengeistes überhaupt, eine geschichtliche Darstellung von einer Gesundheit, Gerechtigkeit und milden Weisheit, dass man immer wieder mit Freuden aus diesem Borne schöpft, in welchem das reifste Verständniss nicht nur der menschlichen Wahrheiten, sondern auch der menschlichen Irrthümer und eine herrliche Verheissung menschlicher Zukunft quillt.

Wem, der aus dieser Quelle sich gelabt, würde nicht für immer unerträglich jegliche Geschichtsdarstellung, welche irgend einer bewegten, nationalen oder religiösen Gesinnung als Fahne dienen soll, und für immer ein Bedürfniss, nur solche Geschichte zu vernehmen, welche den der ganzen Menschheit gemeinsamen Gesetzen reinen Denkens überall die Ehre giebt.

Von der Hervorbildung solcher Gemeinsamkeit menschenverbindenden Denkens wird ja auf Erden Gerechtigkeit und Frieden, wird die Entwickelung der ganzen Zukunft des Menschengeschlechts abhängen. Und eine Ahnung dieser hohen Lehre von Humboldt's Leben und Wirken geht jetzt durch die Welt in dem regen Begeisterungshauche, den überall sein Name weckt.

Sicherer und ungetrübter verspricht die Gemeinschaft der so einleuchtenden Lehren der Welterkenntniss und das gemeinschaftliche Bewusstsein der darin ausgesprochenen hohen irdischen Aufgaben des Menschengeistes die Menschheit zu einigen, als diejenigen Mächte der Seele, welche zwar viele mit hoher Wärme unter einander verbinden, aber auch desto schärfer von anderen trennen, und welche zu keiner Zeit das Entstehen ungeheurer sittlicher Verbildungen zu verhindern vermocht, ja sogar vielfach mittelbar und unmittelbar dasselbe zu befördern beigetragen haben.

Wenn die grossen Fortschritte der Erkenntniss, wenn insbesondere die Naturwissenschaften als Ganzes bisher jene weihevolle sittliche Bestimmung nicht in dem vielleicht zu erwartenden Grade erfüllt haben, so liegt das zum Theil in einem erklärlichen Unmaass ursprünglich idealischer aber vielfach degenerirter Verallgemeinerungen, mit welchem nicht zum Vortheil der Pflege besonnenen Denkens ihre begeisterten Lehrer und Jünger viele Gebiete des menschlichen Geisteslebens überfluthet haben, zum grösseren

Theile aber in der natürlichen Trägheit der Entwickelung. Furchtbar schwer und ernst sind die Probleme geistiger Entwickelung auf dem Schauplatz der menschlichen Gesellschaft, giebt es doch selbst innerhalb der Culturwelt noch vielverbreitete Seelenzustände, deren einziges Licht zur Zeit noch von den Lichtgestalten des Reiches der sogenannten Mächte der Finsterniss ausgeht, und in deren Tiefe der Tag hellen frohen Denkens noch nicht einmal zu dämmern begonnen hat. —

Auch hier ist uns Humboldt ein Vorbild, denn auf allen Seiten seiner Werke, auf denen er grosse menschliche Fragen ins Auge fasst, tritt eine hohe Besonnenheit und Gerechtigkeitsliebe stets aufs Deutlichste hervor.

Das Andenken eines solchen Geistes wird eine Leuchte sein, die jeden von uns in seinem Tagewerke leitet und erhebt.

Lassen Sie uns überall bei der Jugendbildung und im eigenen Leben hochhalten seinen grossen Glauben an den herrlichen Beruf des Menschengeschlechts auf Erden, an die Bestimmung des Menschen, sein eigenes Glück und den Frieden aller mehr und mehr auf die freudige Entwickelung aller Geisteskräfte, auf die unbedingte Liebe zu der inneren Wahrheit und Gerechtigkeit zu begründen, deren beglückender Besitz nur errungen wird durch ernste Gewöhnung an reine Formen des Denkens und durch Veredlung unseres Gedankeninhaltes an dem Verständniss der grossen Werke des Genius.



Johann Keppler.

Eine Festrede

gehalten aus Anlass der dreihundertjährigen Feier von Keppler's Geburtstage am 16. Januar 1872 in der Aula der Universität zu Berlin.

Als vor etwa 8 Jahren von Docenten und Studirenden der hiesigen Universität in freier Festversammlung der dreihundertjährige Gedenktag der Geburt des grossen italienischen Forschers und Denkers Galilei gefeiert wurde, als dabei mit der italienischen Festversammlung, welche an dem Orte von Galilei's erster Lehrthätigkeit, in Pisa, tagte, feierliche Grüsse und Worte geistiger Verbrüderung ausgetauscht wurden, da fühlten wir alle die Weihe einer Ueberzeugung, welche vielleicht nirgends tiefere Wurzeln geschlagen, nirgends reichere Früchte getragen hat, als in dem Geiste deutscher Männer, nämlich der Ueberzeugung, dass der allen Culturvölkern gemeinsame Besitz an eindringenden und umfassenden Gedanken über Natur und Geist, welcher der Menschheit in und seit den Tagen der Griechen durch eine bedeutungsvolle Reihe genialer Geister allmälig erwachsen ist, dass dieses Besitzthum die wahre Grundlage jener edleren Gemeinschaft der Menschen und der Völker sei, welche von allen tiefer bewegten Seelen mitten in dem schmerzlichen Entwickelungs- und Daseinskampfe der einzelnen Menschen und der Völker ersehnt und angestrebt wird.

Bewegt von solchen Ahnungen begrüssten wir uns vor 8 Jahren mit Vertretern der hochbegabten Nation, aus der am Schlusse eines wunderbaren, in der Fülle seiner Gaben an die glorreiche Blüthezeit hellenischen Geistes erinnernden Zeitraums geistiger Wiedergeburt der grosse Denker geboren worden war, in dessen Geiste sich zuerst aus der wirren Erscheinungswelt der Bewegungen die einfachen und fruchtbaren Gedankenverbindungen hervorbilden sollten, welche die Grundlage der ganzen neuern Mechanik und damit eines grossen Aufschwunges menschlicher Erkenntniss und Kraftentwickelung geworden sind.

Während wir damals im Vereine mit anderen Nationen den italienischen Denker feierten, der in nüchternen Gedankenfolgen von originaler Kraft und Gesundheit der ganzen Menschheit begei-

sternde Wohlthaten gespendet hat, sind wir heute versammelt, das Andenken eines Mannes ebenfalls aus Anlass des dreihundertjährigen Gedenktages seiner Geburt zu feiern, welcher nicht nur als ein eben so grosser Förderer der Geistesentwickelung der ganzen Menschheit dasteht, wie Galilei, sondern welcher uns ganz besonders nahe steht, weil er ein Mitglied der grossen deutschen Familie war.

Er soll uns deshalb nicht höher stehen in dem Sinne, dass wir die Schwachheit hätten, die Summe der Wohlempfindungen nationalen Selbstgefühls zu denjenigen Werthbemessungen, die nach allgemeineren Gesichtspunkten aufgestellt werden sollen, hinzuzufügen und dieselben dadurch ins Ungemessene zu schwellen, wie es wohl bei der Feier nationaler Heroen zu geschehen pflegt; aber es ist naturgemäss, dass er uns näher steht, weil wir in der eigenthümlichen harmonisirenden Art seines Geistes, in der unvergleichlichen Wärme und Begeisterung des hohen Mannes grosse Züge der erblichen Geistesart des deutschen Volkes erblicken, welche uns trotz der wunderbaren Grösse, zu der sie in Keppler emporgewachsen waren, mit dem Gefühle tiefer Verwandtschaft berühren.

Jene harmonisirende, idealische Geistesverfassung, welche sich nicht dabei befriedigt, auf einem begrenzten Gebiete des Denkens Folgerichtigkeit und Einklang zu erringen und daneben weite Gedankengebiete in Dunkelheit liegen, oder dieselben wohl gar von fremden, in tiefem Widerspruch zu den Principien des klarsten eigenen Denkens stehenden Gedankenreihen beherrschen zu lassen, welche vielmehr den vollen Umfang des Denkens und Handelns des Menschenwesens mit der Wärme grosser formgebender Ideenverbindungen innig durchdringt, nichts Fremdes und Unvermitteltes in der Seele duldet und mit heissem Streben nach Einklang gegen die dissonirenden Gewalten der Menschenwelt ringt, gerade diese idealische Geistesverfassung unseres Keppler hat es bewirkt, dass er nicht immer in rechtem Maasse gewürdigt wurde, bis in jüngster Zeit die neue Ausgabe seiner Werke und Briefe durch den trefflichen Frisch in Stuttgart einer abgeneigten Beurtheilung jeden auf mangelhafter Kenntniss beruhenden Anhalt entzogen hat.

Nicht zu leugnen ist es ja, das jene idealische Geistesart auch vielen Menschen zu eigen ist, welche durch Aspirationen von unbe-

messener Spannkraft, aber von blos subjectivem Inhalt sich und andere schädigen und verwirren, oder im besten Falle keine, der aufgewandten Kraft auch nur entfernt entsprechenden Resultate erzielen, während der entgegenstehende geistige Typus von schlichterem und exacterem Gepräge nicht nur vielfach in begrenztem Maasse Nützliches schafft, sondern sich sogar in der Anlage vieler der mächtigsten Menschengeister als vorwiegend erkennen lässt.

Der idealische Enthusiasmus ist im Allgemeinen eine Zierde des Adepten und des Jüngers, seltener eine Eigenschaft des Genius und des Meisters, und es ist zu verstehen, dass die Denker anderer Nationen, wenn sie Galilei's oder ganz besonders Newton's Persönlichkeit mit dem Bilde verglichen, welches aus Keppler's Jugendwerk, dem „Mysterium cosmographicum“, aus seinen astrologischen, ich will nicht sagen Neigungen, aber Indulgenzen, aus der „Harmonice mundi“ und dem „Somnium astronomicum“ ihnen entgegentrat, geneigt waren zu glauben, dass hier Divinationen ersten Ranges in die Hände eines Phantasten von grösserer Wärme als Klarheit gefallen seien, und dass ihm ein Ehrenplatz neben Männern wie Newton zu versagen sei.

Eine tiefere Erfassung Keppler's zeigt uns jedoch selbst da, wo die grossen Gedanken, die sein Leben durchleuchteten, ihn weit über den festen Boden der Forschung hinaus in das Gebiet prophetischer Ahnungen treiben, als einen Geist von hoher Klarheit und Folgerichtigkeit, während er auf dem eigentlichen Gebiete seiner Forschung keinem der ersten Geister an Umfang der Kenntniss, an Tiefe und Allgemeinheit der Ideenverbindungen und an Kraft zu mühevollster Arbeit nachsteht.

Ein umfassenderer Blick in die Geschichte der Menschheitsentwickelung zeigt uns noch mehr: Er offenbart uns, dass gerade Genien von solchem idealischen Enthusiasmus, wie er unsern Keppler von der Jugend bis zum Tode beseelt hat, zu den wichtigsten und wirkungsvollsten Erscheinungen der Menschheitsentwickelung gehören, und dass die Epochen, in welchen sie auftreten, stets hochbedeutsame Phasen der ganzen aufsteigenden Bewegung gewesen sind.

Das deutsche Volk, von anderen Nationen so oft eine Nation von Träumern und Idealisten genannt, weil in der That der idea-

lische Typus in seiner geistigen Arbeit überwiegt, nennt in Keppler einen der grössten Geister dieser Art sein Eigen.

Der grosse, seit den Tagen der Griechen im Abendlande fast ganz verschwunden gewesene Zug harmonisirenden universalen Erkenntnissdranges, dessen erstes Erwachen bereits den astronomischen Gedankenbau des Copernicus durchleuchtet, tritt in Keppler wieder mit voller Klarheit und Energie ins Leben und knüpft in bedeutungsvoller Weise unmittelbar an die weihevollen musischen Klänge an, mit welchen der grösste idealische Denker des Alterthums, Platon, seinen kosmischen Gedankengebilden den langen Nachhall begeisternder Wirkung verliehen hat, jenen Nachhall, der nach mehr als anderthalb tausend Jahren noch so mächtig zum Wiedererwachen selbständigen Forschens und Denkens beigetragen hat.

Es sei mir gestattet, durch einen gedrängten Rückblick auf die Entwickelung der kosmischen Theorien bis zu Keppler's Auftreten diese Continuität idealischen Denkens auf dem Gebiete der kosmischen Theorien und die besondere Bedeutung Keppler's in der Entwickelung dieser Theorien etwas näher darzulegen.

Von den kosmischen Speculationen, mit welchen die Griechen das von ihren Vorgängern aus Babylon, Aegypten und vielleicht auch aus Indien überkommene Material von astronomischen Thatsachen und von theoretischen Keimen befruchteten, hat keine, sowohl in der griechischen Ideenwelt, als in der späteren Entwickelung eine so hohe Bedeutung erlangt als die pythagoraeische Idee. Von einem pythagoraeischen System kann man nicht reden. Alles Dasjenige, was im pythagoraeischen Sinne gedacht worden ist, gehört einer gewissen Stufenfolge von Verallgemeinerungen eines einzigen bedeutsamen Gedankens an. Diese Stufenfolge knüpft sich an verschiedene ziemlich vereinzelt stehende und sonst unbekannte Namen an und findet erst in Platon's Schriften einen gewissen systematischen Abschluss, ohne deshalb aufzuhören, auf den verschiedensten Gebieten des Lebens und Denkens noch eine Zeit lang neuen Nachwuchs zu treiben.

Jener bedeutsame Gedanke aber, der Ausgangspunkt der ganzen pythagoraeischen Geistesrichtung, war bekanntlich die Verallgemeinerung, dass gewisse einfache Zahlenverhältnisse, welche sich in irgend

einem unbekannten Zeitpunkte einem glücklichen Forscher, vielleicht dem Pythagoras selber, als die begleitenden Bedingungen, oder kühner gefasst als die Ursachen der entzückenden Wohlempfindung musikalischer Harmonien gegeben hatten, dass solche einfache Zahlenverhältnisse nicht nur den tieferen Grund aller menschlichen Wohlempfindungen des Schönen und Wahren bildeten, sondern dass sie auch den eigentlichen Schlüssel aller Räthsel der Welterkenntniss enthielten.

In grossen Gebieten des Forschens und Denkens, des Bauens und Bildens wurden hiernach gewisse Zahlenverhältnisse, deren Verwirklichung im Gebiete der Töne musisches Wohlgefühl, Glückesempfindung hervorrief, und neben ihnen auch grosse Reihen daraus abgeleiteter beliebiger Zahlenverhältnisse die Grundlage aller Erklärungs- und Gestaltungsversuche, die Schlusssteine aller geistigen Befriedigung. Auf dem Gebiete der kosmischen Speculation führte dieser musische Charakter des Strebens nach Verständniss allmälig dahin, die ganze ausserirdische Welt durch ein eigenthümliches Gebilde von Harmonik und Symmetrik, durchwebt mit blosser willkürlicher Zahlenmystik darzustellen, welches so mächtig über die Gemüther wurde, dass man sogar den Muth gewann, zu Gunsten seiner consequenteren Durchbildung die alte Mutter Erde in Bewegung zu setzen.

Zwar erscheint diese Bewegung der Erde innerhalb der pythagoraeischen Mystik noch in einer Gestalt, in welcher es schwer ist, einen Keim des copernicanischen Gedankens in ihr zu erkennen; aber mit Sicherheit wissen wir doch, dass etwa ein Jahrhundert nach Platon in dem Kopfe des Aristarch von Samos, und zwar vermuthlich unter der Anregung jener ersten Visionen von der Bewegung der Erde, ein Bild des Sonnensystems entstanden war, welches unzweifelhaft als das erste Auftauchen des copernicanischen Gedankens bezeichnet werden muss.

Merkwürdiger Weise endet hiermit diese ganze Entwickelung. Der Gedanke des Aristarch von Samos bleibt in der nun folgenden technischen Entwickelung der Astronomie, deren Hauptsitz Alexandria wurde, zwar nicht unbeachtet; vielmehr widmet später selbst Ptole-

maeus der Bekämpfung der Ansicht von der Bewegung der Erde ausführliche Darlegungen.

Aber ganz andere Gesichtspunkte streng mathematischen Charakters bilden sich aus der ebenfalls auf pythagoraeischem Boden erwachsenen geometrischen Denkerarbeit hervor und beherrschen nun die Forschung zum grössten Vortheil der gesunden wissenschaftlichen Entwickelung.

Ausserhalb dieser technischen Entwickelung, welche ausschliesslich damit beschäftigt ist, einen bedeutsamen und fruchtbaren mathematischen Gedanken zur Nachbildung der himmlischen Erscheinungen auszuspinnen, behält Platon's Weltbild, behält der grosse Gedanke von der musischen Harmonie der Sphären und die mit diesem ganzen Weltbilde innig verbundene Lehre von der Weltseele in allen Gemüthern, welchen derselbe harmonisirende Zug einwohnt, hohe Geltung.

Selbst der nüchternste Techniker der mathematisch-astronomischen Entwickelung, Ptolemaeus, schreibt noch eine Harmonik, in welcher er den grossen Principien des pythagoraeischen Weltgedankens huldigt. Ja man kann sagen, dass die ideale Gestalt, welche die Kosmologie in Platon's Darstellungen gewonnen hat, wie eine wohlthätige, schützende und fördernde Macht über der Unbefangenheit und Strenge der reinen mathematischen Entwickelung der alexandrinischen Schule waltet.

Die speculativen Gesichtspunkte, welche ihren höchsten Gipfel in dem Gedanken des Aristarch von Samos emporgetrieben hatten, haben durch Platon's Weltbild, gerade in Folge der Verhüllung der mathematischen Unbestimmtheit desselben durch seine musische Erhabenheit, ihre Einwirkung auf eine bestimmte mathematische Entwickelung allmälig ganz eingebüsst. Nicht nur die Hypothese des Aristarch von Samos ist getragen von pythagoraeischen Gedanken, sondern auch die astronomischen Fachmänner Hipparch und Ptolemaeus können in dem Gedanken Befriedigung finden, dass ihre Erwerbungen in der astronomischen Erkenntniss ebenso gut in das grosse musische Gedankensystem hineinpassen werden, als der aristarchische Gedanke.

Das mathematische Princip aber, dessen Durchführung die

griechische Astronomie von den Zeiten des Aristarch bis über die des Ptolemaeus hinaus belebt und zu Beobachtungen und Rechnungen von bewundernswerther Ausdauer und Feinheit anregt, ist der Gedanke, die periodischen Bewegungen am Himmel, über deren verwickelte und von gleichförmigem Ablauf weit entfernte Gestalt die Beobachtungen des Mondes und der Planeten bereits den Chaldäern uud Aegyptern Zeugniss abgelegt hatten, durch eine Uebereinandersetzung von periodischen Bewegungen der einfachsten Gestalt, nämlich von gleichförmigen Schwingungen im Kreise, zu erklären.

Zur Lösung dieser Aufgabe wurde von Hipparch die Trigonometrie geschaffen, wurde ein neuer Apparat von mathematischen und calculatorischen Hülfsmitteln entwickelt, unter denen wir nur die ersten Chordentafeln, die Grundlage der Sinustafeln, nennen wollen.

Die verwickeltsten periodischen Bewegungen am Himmel wurden bis zu der Genauigkeitsgrenze herab, welche die blossen Visirmittel mit unbewaffnetem Auge der Messung zu erreichen gestatteten, durch Anwendung jenes mathematischen Gedankens mit grossem Glücke und Erfolge dargestellt, und es erscheint jetzt demjenigen, welcher im Stande ist, den ganzen Zusammenhang dieser Entwickelung zu überblicken, nicht mehr zulässig, über das Epicykelwesen der Griechen mit derselben Miene zu spotten, wie es erklärlicher Weise eine Zeit lang geschah, nachdem Copernicus und Keppler die Astronomie von dem Uebereinanderbau von Kreisbewegungen erlöst hatten. Das epicyklische Princip oder die Erklärung beliebiger periodischer Erscheinungen durch ein Zusammenwirken von Elementarperioden von einfach cyklischem Verlaufe ist bekanntlich noch gegenwärtig nicht nur innerhalb der Astronomie, sondern innerhalb aller anderen Naturwissenschaften ein wichtiges Hülfsmittel der ersten Stufe mathematischer Darstellung periodischer Erscheinungen.

Fast überall, wo sich die Forschung dem unverstandenen Wirken von Kräften in periodischen Erscheinungen gegenüber befindet, ist es als förderlich erkannt worden, die Erscheinungen in erster Näherung durch eine Gestalt des Gedankens nachzubilden, welche

epicyklischen Charakters ist, und welche ganz in demselben Sinne, wie sich aus der ptolemaischen die copernicanische Astronomie entwickelt hat, dazu führt, mit Hülfe der wiederholten und verfeinerten Vergleichung der genäherten Gedankengestalt mit den Erscheinungen allmälig entweder in den einzelnen componirenden Cyklen oder in dem Gefüge der übrig bleibenden Abweichungen der berechneten von der wahrgenommenen Erscheinung das Walten anderer bekannter periodischer Erscheinungen oder das Walten von Kräften bestimmter Ausdrucksformen durchsichtig zu machen, welches sich ohne jene fruchtbare Näherungsmethode schwerlich mit derselben Sicherheit und Leichtigkeit ergeben würde.

Dass die alexandrinische Astronomie in ganz demselben Sinne rein calculatorisch verfuhr, dass sie sich dabei um die Wunderlichkeit der geometrischen Gebilde und der mechanischen Beziehungen, welche aus der Häufung von Epicykeln entstanden, wenig kümmerte, war damals echt wissenschaftlich, und dass so unter ihren Händen das Weltbild für den speculativen Sinn kein einfacheres, sondern ein räthselhafteres wurde, konnte Männer, wie Ptolemaeus, welche in der häufig erprobten Uebereinstimmung der epicyklischen Vorausberechnungen mit der astronomischen Wahrnehmung die ersten hohen Freuden geistiger Nachbildung der Natur empfanden, nicht irre machen. Lebte ja doch auch für ihn noch als letztes speculatives Erklärungsprincip der verwickeltsten Zahlenverhältnisse die einer unendlichen Deutung fähige Harmonik der Pythagoraeer.

Zu verwundern könnte es sein, dass es den alexandrinischen Astronomen entging, welche Vereinfachung die Verfolgung des aristarchischen Gedankens in dem Epicykelwesen ihrer Erklärungsformen bewirken konnte, zumal wenn wir sehen, mit welcher Sicherheit und Bestimmtheit es sofort dem Copernicus gelang, in den kreisförmigen Schwingungen der Planeten diejenigen herauszuerkennen, welche das Abbild der Erdbewegung enthielten.

Die Antwort auf diese Frage liegt in dem astronomischen Lehrbuche des Ptolemaeus klar zu Tage.

Der Zusammenhang zwischen gewissen kreisförmigen Schwingungen der Planeten und der Dauer des scheinbaren Sonnenumlaufs um die Erde, sowie der Zusammenhang zwischen der jedesmaligen

Stellung aller Planeten in jenen Schwingungen und dem jedesmaligen Sonnenort am Himmel war auch der alexandrinischen Astronomie nicht verborgen geblieben. Ihre epicyklischen Reihen hatten allmälig fast alles Material zur Durchführnng des aristarchischen Gedankens beschafft; aber sie enthielten leider noch mehr. Sie zeigten Schwingungen ähnlicher Art, in welchen die Bewegungsphasen ebenfalls von dem Ort der Sonne am Himmel abhängig waren, auch in der Bewegung eines Himmelskörpers, dessen Lichtgestalten mit greifbarer Klarheit zu erkennen gaben, dass er sich um die Erde bewege, nämlich bei dem Monde.

Die Beobachtungen des Ptolemaeus und seiner Vorgänger verhüllten ferner die grosse Uebereinstimmung der sogenannten zweiten Ungleichheiten aller Planeten untereinander und ihren Zusammenhang mit der scheinbaren Sonnenbewegung um die Erde, also ihre gemeinsame Darstellbarkeit durch die Bewegung der Erde dadurch, dass einige bedeutsame Beobachtungsfehler die Entdeckung des Parallelismus der Ebenen aller jener, einander sonst so ähnlichen Schwingungen zu der scheinbaren Sonnenbahnebene vereitelten.

Erst nachdem die Araber im Besitz des ptolemaeischen Lehrbuches die Weiterführung der astronomischen Beobachtungen und Berechnungen der alexandrinischen Schule übernommen hatten, nachdem die verfeinerten und während 400 Jahren unablässig wiederholten Messungen der arabischen Astronomen ins Abendland gelangt waren, und nachdem dieselben in Verbindung mit den directen Anregungen, welche nun aus der wiedererwachenden Kenntniss der griechischen Litteratur hervorgingen, in dem Alexandria dieser ptolemaeischen Nachblüthe, nämlich in Nürnberg, neue Beobachtungen und Rechnungen schärfster Art nach ptolemaeischem Schema, nämlich die Arbeiten des Regiomontan und seiner Nachfolger, hervorgerufen hatten, erst dann war das Material beisammen, aus welchem Copernicus wirklich erweisen konnte, dass die Erde sich drehe und dass in gewissen cyklischen Schwingungen der Planeten nicht nur dem allgemeinen Ablauf der Perioden nach, sondern auch bei den verschiedenen Planeten in wichtigen Einzelnheiten der Lage und der Form übereinstimmend, sich eine identische Wirkung erkennen lasse, als deren einfachste Ursache nichts Anderes angenommen

werden könne, als eine Bewegung der Erde um den Mittelpunkt aller anderen Planetenbewegungen: die Sonne.

Der merkwürdige Gedankenprocess, in welchem Copernicus diesen Nachweis führt, und in welchem zugleich die gemeinschaftlichen Beziehungen dieser scheinbaren Bewegungen zu der scheinbaren Bewegung der Sonne um die Erde aufs Schärfste von dem bereits erwähnten ähnlichen periodischen Cyklus des Mondes getrennt werden, bei welchem letzteren, wie wir jetzt wissen, die Stellung der Sonne am Himmel in ganz anderer Weise, nämlich als der Ausgangspunkt einer störenden Kraft, einwirkt — dieser grosse Process erscheint zwar in seinem mathematischem Theil durchaus unabhängig von pythagoraeischer Denkweise; dennoch ist es von Copernicus selbst zugestanden und in dem merkwürdigen Briefe, welchen er durch seinen Schüler Rhaeticus noch vor dem Erscheinen seines Werkes in der gelehrten Welt veröffentlichen liess, unverkennbar, dass die speculative Kühnheit, mit welcher die letzten Entwickelungen pythagoraeischen Denkens die Erde in Bewegung gesetzt hatten, ohne die erforderlichen technischen Grundlagen zu diesem Wagnisse zu besitzen, ihm die Loslösung von dem Dogma der centralen und ruhenden Stellung der Erde wesentlich erleichtert hat, und dass insbesondere der pythagoraeische Gedanke, nach welchem die Erde wegen der wirren und unharmonischen Mannigfaltigkeit ihrer Erscheinungen, verglichen mit der verhältnissmässigen Einfachheit und Wohlordnung der Himmelserscheinungen und Himmelsgestaltungen nicht würdig sei, die centrale Stellung des Himmelsraumes einzunehmen, in dem Geiste des Copernicus früh einen bedeutenden Nachhall gefunden hat, wovon auch seine wiederholte Hervorhebung der Nothwendigkeit, die Sonne als die Lucerna mundi in die Mitte der Welt zu setzen, Zeugniss giebt.

Wie schwer und gewaltig dieser Gedankenprocess des Copernicus war, und wie mächtig sein Muth in der Durcharbeitung dieses fast erdrückenden Gedankens durch die Kühnheit platonischer Ideen erhoben worden ist, davon sind überhaupt mannigfache Spuren erkennbar.

Als der besonnene Mann endlich am Schluss seines der technischen Begründung und Vertiefung der Lehre von der Erdbewegung

gewidmeten Lebens die neue Lehre veröffentlichen liess, zeigte sich bald auch unter den Fachgenossen mannigfacher Widerspruch.

Nach einiger Zeit trat sogar derselbe Rückschlag ein, welcher nach dem Auftauchen des aristarchischen Gedankens gefolgt war; nur dass der Rückschlag jetzt entsprechend dem entwickelteren Zustande der Hülfsmittel, ganz besonders aber Dank der intensiven Geistesarbeit Keppler's, viel schneller überwunden wurde als früher.

Die wichtige und folgenreiche Rolle der alexandrinischen Astronomie übernahm jetzt Tycho von Brahe. Wir erkennen in solchen Rückschlägen ein allgemeineres Gesetz der wissenschaftlichen Entwickelung.

Es ist die Eigenthümlichkeit grosser Abstractionen, welche die Welterscheinungen durch einen neuen Gedankenbau zu umfassen und nachzubilden wagen, dass sie auf der Uebereinstimmung einzelner grosser Linien des Gedankenbildes mit dem der Wahrnehmung fussend, den Gedankenbau nach einfachem Gesetz vollenden, ohne sich um die Abweichung einzelner Linien und Formen desselben von dem bei weitem nicht so streng umgrenzten, sondern stets in mehr oder weniger schwankenden Umrissen gestalteten Gebilde der Erfahrung zu kümmern.

Ist einmal auf diese Weise mit einer gewissen unerlässlichen Kühnheit ein neuer Gedankenbau hingestellt, dann ist es natürlich und vernünftig, dass die Nachfolger bei der Vergleichung desselben mit dem vorhandenen und mit dem zum Zwecke der Prüfung mit erneutem Eifer beschafften Erfahrungsmaterial streng kritisch verfahren und gewissenhaft untersuchen, ob die vernachlässigten Abweichungen zwischen der Gestaltung des Gedankens und der Wahrnehmung nicht etwa doch fundamentale Bedeutung haben und die behauptete Uebereinstimmung der ersteren mit den Phänomenen nur als eine theilweise und zufällige erscheinen lassen.

In der Regel ist die empirische Kritik geneigt, bei diesem Processe in derselben Weise über die Thatsachen hinauszugehen und die Divergenzen derselben mit der Theorie übermässig zu betonen, wie die kühnere Abstraction über das Erfahrungsmaterial hinausgegangen war. Die schliessliche Entscheidung erfolgt alsdann in fast allen Fällen, in denen der neue Gedankenbau überhaupt

vermocht hatte, durch wichtige formale Vorzüge zahlreiche begabte Geister zu gewinnen, zu Gunsten der Idee.

Denn es ist eine tiefe Verwandtschaft zwischen dem, was dem Geiste gefällt, und dem, was in der Natur wirkt und lebt.

Zur Zeit, als der junge Tycho von Brahe Deutschland besuchte, wenige Jahrzehnte nach dem Tode des Copernicus, war dort und in Italien und Frankreich unter den mathematischen Forschern der Ruf nach einer Astronomia sine hypothesi verbreitet, d. h. man hatte gegenüber dem die Geister fast bedrängenden Eindrucke der copernicanischen Lehre die Empfindung, dass dieselbe durch das Erfahrungsmaterial, auf welchem sie ruhte, noch nicht genügend begründet sei, und dass augenblicklich alles Heil in erweiterten und verfeinerten Beobachtungen und in einer meinungslosen unbefangenen Kritik derselben zu suchen sei.

Tycho von Brahe machte sich ans Werk und auf der kleinen Insel im Sunde entstand ein geschäftiges Treiben, vollzog sich durch unermüdliche Beobachtungen von kritischer Sorgfalt und ausdauerndem Ordnungssinn das grosse mehrjährige Experiment, an welchem sich der copernicanische Gedanke endgiltig erproben sollte.

Zur selbigen Zeit erfassten den Geist des jungen Keppler mächtig die alten pythagoraeischen Gedanken von der Harmonik, als dem Schlüssel aller Welträthsel. Schon die Dissertation des 21jährigen Jünglings lässt uns in diese Geistesverfassung blicken.

Es war eine der wichtigsten Leistungen des Copernicus, dass seine Lehre aus den Winkelgrössen derjenigen kreisförmigen Schwingungen der Planeten, welche dem Verlauf der scheinbaren Sonnenbewegungen folgten, durch die Deutung derselben als blosser Abbilder der Erdbewegung um die Sonne zugleich das Verhältniss der Entfernungeu der Planeten zur Entfernung der Erde von der Sonne bestimmt hatte.

Unserm Keppler erschien es nun von dem Standpunkte seines begeisterten Glaubens an die Realität der pythagoraeischen Harmonik als ein entscheidender Punkt bei der Prüfung des copernicanischen Systems, ob diese Verhältnisse der Dimensionen der Planetenbahnen untereinander, deren Maassbestimmung ein integrirender Theil der copernicanischen Lehre war, sich auch dadurch als Realitäten er-

geben würden, dass sich dieselben in gewisse harmonische Zahlenverhältnisse einfügten.

Nach mancherlei Versuchen harmonisirender Darstellungen der von Copernicus gegebenen Zahlenverhältnisse glückte es ihm mit einer Annäherung, der die Nachwelt leider nur einen zufälligen Charakter hat zusprechen können, die Bahnen der sechs bekannten Planeten um die Sonne in ein grosses architektonisches Netz einzuschliessen, in welchem die Maassverhältnisse der einzelnen Bahnen eine ihn befriedigende Deutung dadurch erhielten, dass es gelang, die Grössen der fünf Zwischenräume zwischen den sechs Bahnen aus den geometrischen Bedingungen der fünf regulären Körper abzuleiten, welche schon in dem Timaeus des Platon eine wichtige Rolle als ideale Grundformen der Elementarstoffe gespielt hatten.

Durch den nahen Anschluss dieses geometrischen Netzes an die durch Copernicus bestimmten Bahnverhältnisse, welchen Keppler in seinem Jugendwerk, dem „Mysterium cosmographicum“, veröffentlichte, erschien ihm die Realität der copernicanischen Lehre vom speculativen Gesichtspunkte aus unwiderleglich erwiesen.

Wäre keine andere Leistung von ihm zu melden als diese kühne Weiterbildung platonischen Denkens, dann könnte man ihn höchstens einen Epigonen des grossen idealischen Denkers der Griechenwelt nennen.

Aber das „Mysterium cosmographicum“ war seinem kühnen Drange der Welterklärung nur die erste Stufe. Auch nach einer weiteren erfahrungsmässigen Bestätigung der copernicanischen Raumverhältnisse der Bahnen und nach einer Reinigung der copernicanischen Lehre von dem noch unenträthselten Epicykelwesen, welches dieselbe noch nicht ganz hatte verbannen können, weil auch die Bewegungen der Planeten um die Sonne, ohne die Kenntniss der elliptischen Bahnformen, zu ihrer Erklärung noch den Uebereinanderbau kreisförmiger Schwingungen verlangten, dürstete Keppler's Geist, und sein Verlangen richtete sich deshalb nach der Verwerthung der schon berühmt gewordenen Beobachtungen Tycho von Brahe's. Das Schicksal sollte die beiden Männer bald zusammenführen, Tycho, ergriffen von der Kraft und Freiheit, mit welcher Keppler die grössten Schwierigkeiten der copernicanischen Lehre und der astronomischen

Technik in seinem Jugendwerk behandelt hatte, Keppler, erfüllt von dem Wunsche, seiner speculativen Begeisterung den Inhalt und die Weihe streng erfahrungsmässiger Forschung zu geben. Rüstig begann er in Prag, wo Tycho sich auf Kaiser Rudolph's Einladung niedergelassen hatte, unter Tycho's Leitung mit der Bearbeitung aller Beobachtungen des Planeten Mars, dessen eigenthümliche Bewegung die grösste Wahrscheinlichkeit der Entdeckung der wahren Natur der Bahnen zu eröffnen schien. Es blieben beim Mars, selbst mit Einführung der Copernicanischen Erdbewegung, noch Ungleichförmigkeiten der Bewegung um die Sonne übrig, welche der einfachen Copernicanischen Epicykel spotteten, und welche möglicher Weise zu einem Erklärungsprincipe führen konnten, das die von Copernicus beseitigten Epicykel und die in seinem System noch verbliebenen in ein umfassendes System vereinigte.

Nach manchen Hemmungen, welche Anfangs Tycho's Abneigung gegen die Copernicanische Lehre und seine Vorliebe für das von ihm aufgestellte gemischte, aber nach keiner Richtung befriedigende Erklärungssystem bereitete, gelangte Keppler endlich nach Tycho's Tode in den alleinigen und unbeschränkten Besitz des reichen Beobachtungsmaterials, aus dessen mathematischer Durchdringung endlich das dynamisch wichtige Flächengesetz und die elliptische Bahnform der Planeten hervorging.

Bekanntlich verfuhr Keppler bei dem Nachweise der elliptischen Form der Planetenbahnen streng geometrisch.

Eine genäherte Annahme über die Gestalt der Erdbahn, welche glücklicher Weise von einem Kreise nicht stark abweicht, gab ihm das Mittel in die Hand, die Strecken, welche die Erde in ihrer Bahn zwischen gewissen Zeitpunkten durchlief, zur Bestimmung der Grundlinien von Dreiecken zu benutzen, mittelst deren er die räumliche Lage des Mars, wenn derselbe in identischen Puncten seiner Bahn von verschiedenen Stellen der Erdbahn aus beobachtet worden war, unabhängig von jeder weiteren Hypothese zu berechnen wusste.

Merkwürdig ist es dabei zu sehen, dass er die längliche Bahnlinie des Mars, welche sich durch dieses feldmesserische Verfahren auf rein graphischem Wege darstellen liess, lange Zeit hindurch

immer und immer wieder durch Zusammensetzung von Kreisschwingungen zu erklären versuchte und nahe daran war, diese Erklärung wiederum als eine definitive zu geben, wenn nicht die Beobachtungen Tycho's so genau gewesen wären, dass sie schliesslich keine andere Erklärung duldeten, als die Ellipse.

Bei diesen schwierigen Untersuchungen, in denen Keppler neben der hohen speculativen Beweglichkeit seines Geistes insbesondere in der Auffindung des Flächengesetzes mathematischen Tiefsinn und eminente Arbeitskraft bewies, belebte ihn ausser dem allgemeinen philosophischen Erklärungsprincip der Harmonik auch ein grosser practischer Gedanke.

Astronomische Vorausberechnungen der Oerter der Himmelskörper wurden immermehr von der Schifffahrt verlangt, und neben dem geistigen Bedürfniss, durch vollständige Vorausberechnung die entscheidende Bestätigung aller Grundlagen des ganzen astronomischen Gedankenbaues zu gewinnen, förderte unsern Keppler der Glanz, welcher über genauen und geordneten astronomischen Vorausberechnungen, als der unentbehrlichen Hülfe bei der beginnenden Beherrschung der Meeres- und Landflächen der ganzen Erde gebreitet war.

Neben der Weltharmonik wurden so die astronomischen Tafeln, welche den Namen des kaiserlichen Freundes der Astronomie, Rudolph, führen sollten, der Inhalt seines übrigen Lebens.

Beide grosse Ziele hat er in einer Weise erreicht, in welcher einem Menschenleben selten die Erfüllung zu Theil wird.

Nachdem durch das Flächengesetz und das Gesetz der elliptischen Bewegung, welche in der im Jahre 1609 erschienenen Astronomia nova veröffentlicht wurden, die Grundlagen der Rudolphinischen Tafeln geschaffen waren, begann zunächst wieder die grosse harmonisirende Arbeit Keppler's.

Nach der nunmehr durch den technischen Process der Verwerthung von Tycho's Beobachtungen erlangten erfahrungsmässigen Bestätigung der Copernicanischen Lehre hätte die geträumte speculative Bestätigung derselben durch die Harmonik zurücktreten können. Aber die musische Erbschaft aus dem Alterthum war noch zu mächtig in Keppler's Geiste, und wir müssen uns dessen freuen,

denn wir verdanken der Harmonik noch die letzte grosse Entdeckung Keppler's, welche, bevor sie als ein Resultat mechanischer Forschungen sich ergeben konnte, allein durch numerische Divinationen harmonisirenden Charakters und durch keine andere Art der Geistesthätigkeit zu finden war, nämlich das dritte Gesetz. Dieses dritte Gesetz ergab ihm statt des architektonischen Netzes der Bahnverhältnisse, welches sein Jugendwerk verkündigt hatte, ein nicht mehr illusorisches, sondern tief bedeutsames Zahlenverhältniss zwischen den Dimensionen der Planetenbahnen und ihren Umlaufszeiten, ein Zahlenverhältniss, welches zu der Newton'schen Entdeckung der allgemeinen Anziehung hinüberleiten half. Das „Harmonice mundi" benannte Buch, in welchem Keppler diese letzte grosse Entdeckung verkündigte, giebt uns zugleich die Summe seines ganzen philosophischen Denkens über die Harmonik der Welt. Durch den Erfolg, als welchen er wohl die Auffindung des dritten Gesetzes betrachten durfte, war ihm jetzt die Harmonik in beglückendster Weise bestätigt und geweiht.

Der grosse Astronom, der tiefsinnige Mathematiker und strenge Rechner, der in allem Leid, aller Gefahr und allem Mangel des Lebens die Rudolphinischen Tafeln vollenden sollte, giebt sich in der „Harmonice mundi" mit voller Seele dem enthusiastischen Glauben an die pythagoraeischen und platonischen Lehren hin. Musische Klänge, harmonische Zahlen- und Formenverhältnisse erfüllen ihm sein Planetensystem, dessen klares geometrisches Bild er der Welt errungen hat, und alles durchdringend waltet der grosse platonische Gedanke von der Weltseele. —

Wer hierzu das Bild des ganzen Lebens unseres Keppler sich vor Augen hält, das Bild eines Lebens voll äusserer Qual und Noth, aber von innerer Grösse und Erhabenheit, der vermag nicht ohne Bewegung an diesen mächtigen Geist zu denken.

Mitten in der riesenhaften Arbeit, welche sich mit der Wucht tausendjähriger Aufgaben in ein Menschenleben zusammendrängt, schwelgt er in heiterer Freiheit in der Mystik des uralten Weltgedankens von den Wundern des Zahlenreiches.

Keppler's Gesetze, welche sich zu der gegenwärtigen Mechanik des Himmels ähnlich, wie zu ihnen selbst die noch unentwickelten Lehren des Copernicus verhalten, sind, ebenso wie Keppler's anderweitige geistvolle astronomische und physikalische Forschungen und Gedankenentwickelungen, vereint mit Galilei's Leistungen in der Mechanik und in der Astronomie die gefeierte Grundlage der neueren mathematischen Naturwissenschaften geworden. Die Harmonik ist verklungen. Keppler war der letzte Pythagoraeer.

Durch die Schöpfungen Keppler's und Galilei's und durch die auf sie gegründeten herrlichen Gedankenbauten ist die Harmonik, welche bis dahin in grösserer oder geringerer Deutlichkeit und Wärme die Seelen fast aller der Erkenntniss gewidmeten Männer erfüllt hatte, in den Hintergrund getreten.

In den ersten Stadien der menschlichen Erkenntnissarbeit, in welchen die Uebereinstimmungen der Gedankenentwickelung und der verfeinerten Wahrnehmung klein an Zahl, unvollständig an Inhalt und gering an Tiefe waren, bedurfte es eines solchen Gedankens wie der Harmonik, um zur fortgesetzten Evolution mathematischer Gedankengebilde anzutreiben. Es ist die Bedeutung der Harmonik, dass sie in den Zeiten, in welchen die Harmonie der Gedankengebilde mit der Natur noch unentwickelt war, eine Harmonie der Gedankengebilde untereinander schuf, welche sich bedeutungsvoll an ein elementares Wohlgefühl des menschlichen Organismus anknüpft.

Uns genügt statt des in musischem Sinne harmonisch Gebildeten, obgleich die Anknüpfungen an die Welt des Schönen auch jetzt noch dieselbe Bedeutung haben wie früher, das Gesetzliche, d. h. die immer vollständigere und zwanglosere Darstellung und Vorausbestimmung der Erscheinungen durch innere Gebilde von streng folgerichtigem Bau.

Aber noch ein anderer Gedanke krönt und schmückt die geistige Arbeit: Die Vertiefung in die geschichtliche Entwickelung des Menschengeistes, und nicht wenig der Blick auf solche Gestalten wie Keppler und die Erfahrung der Besten hat den Keim einer Lehre von der Harmonik der Menschennatur entwickelt, einer Lehre

von der Kraft und dem Glücke, welche die Cultur des Denkens in dem Organismus des Menschen zu entwickeln vermag.

Und hier kehre das Ende meiner Rede in den Anfang zurück.

Die Cultur des Denkens, die Freude an den herrlichen Geistesthaten der grossen, allen Völkern gemeinsamen Helden der geistigen Arbeit, die selbstlose Freude thätiger oder empfänglicher Theilnahme an der Entwickelung des gemeinsamen Besitzthums bewährter Gedankenfolgen, die daraus quellende Fähigkeit zu gewissenhafter Folgerichtigkeit in den grössten und kleinsten Dingen des Lebens, sie soll gepflegt werden als die künftige Grundlage jeder wahren Milderung der Sitten, jeder wahren Gerechtigkeit und Liebe; denn dicht neben der Liebe, welche der Cultur des Denkens entbehrt, wohnt der Hass.



Nicolaus Copernicus.

Eine Festrede

gehalten zur vierhundertjährigen Feier des Geburtstages von Copernicus in der Aula der Universität zu Berlin am 19. Februar 1873.

Unter den säcularen Gedenktagen, welche wir zur Erinnerung an die Geburt der grossen Astronomen des 16. und 17. Jahrhunderts, der Begründer der gegenwärtigen Weltanschauung, feiern, sind die 300jährigen Gedenktage an Galilei und Keppler dem 400jährigen Gedenktage an Copernicus vorangegangen, und Manches, was mit grösserem Recht erst an dem Gedenktage des Copernicus gefeiert worden wäre, ist bereits bei der Vergegenwärtigung von Galilei's und Keppler's Bedeutung von den Blumen der Rede mit umkränzt worden.

Dass schon zu Galilei's und Keppler's Gedächtniss die ganze Copernicanische Entwickelung in den Kreis der festlichen Betrachtung gezogen wurde, war natürlich, weil einerseits Galilei dadurch, dass in seiner Person die Copernicanische Astronomie der ecclesia militans begegnete und daher erst zu einer streitenden Macht wurde, fast noch schärfer als der Held des Copernicanischen Ideenkampfes erscheint, als ihr Vater selbst, und weil andrerseits Keppler durch die Vertiefung der Copernicanischen Lehre und durch die siegreiche Behauptung derselben gegenüber der Schule des Tycho von Brahe die anfängliche Gestaltung jener Lehre fast wie einen schüchternen Entwurf in den Hintergrund stellte. Auch enthielt die besondere Eigenthümlichkeit Keppler's eine Veranlassung, den Zusammenhang seiner Ideen und Entdeckungen mit dem Alterthum zur Sprache zu bringen, und hierdurch wurde es unumgänglich, in den wesentlichsten Zügen auch die Wurzeln der Copernicanischen Idee im Alterthum aufzusuchen und die geschichtliche Entwickelung dieser Idee wenigstens in Umrissen darzulegen.

Wenn ich demnach heute, ohne mich an dieser Stelle zu wiederholen, auf das Verhältniss des Copernicus zum Alterthum nicht so eingehen kann, wie es der Fall sein müsste, wenn die Reihenfolge der säcularen Gedenktage dem zeitlichen Verlauf der astronomischen Entwickelung entsprochen hätte, so ist dies auf der andern Seite ein

kleiner Gewinn für die Darstellung der Besonderheiten des Copernicus und des Zustandes der mittelalterlichen Astronomie, aus welcher seine Lehre hervorging.

Was zunächst die Persönlichkeit des Copernicus anbetrifft, so stellt sie sich uns allerdings nicht so klar vor Augen und unseren Empfindungen so nahe, wie die des Keppler und Galilei. Galilei und Keppler lebten in einer Zeit, in welcher die Wissenschaft bereits anfing, eine individuellere Sprache und die Sprache eines besonderen Volksgeistes zu reden; sind wir doch gewohnt, auch den Namen Keppler nicht mehr zu latinisiren, während der Name des Copernicus in der wissenschaftlichen Welt ausschliesslich in der lateinischen Form lebt. Copernicus gehört eben noch der Zeit an, in welcher die Wissenschaft innerhalb der grossen respublica christiana nur eine Sprache redete, und in welcher zu Folge dieser Gleichförmigkeit der Rede auch die individuelle und nationale Persönlichkeit der forschenden Männer sich weniger deutlich kennzeichnete.

Copernicus wurde, wie wir annehmen, am 19. Februar 1473 in Thorn geboren. Sein Vater gehörte urkundlich als Bürger zu einer rein deutschen Stadtgemeinde, während seine Mutter der nach Namen und Geschichte unzweifelhaft deutschen Familie der Watzelrode entstammt.

Copernicus bezog im Alter von 18 Jahren die Universität Krakau, auf welcher damals humanistische und astronomische Studien blühten. Insbesondere wurde die Astronomie gelehrt von einem Polen Brudzewski, welcher der von Peurbach in Wien und Regiomontanus in Nürnberg wenige Jahrzehnte vorher begründeten deutschen Nachblüthe der ptolemaeischen Astronomie angehörte und in dem Sinne beider wirkte.

Von Krakau führte den Jüngling im Jahre 1496 die innige Beziehung, welche damals ganz besonders die humanistischen Studien mit ihren Quellen, nämlich den in Italien begründeten neuen Heimathstätten altgriechischer Litteratur verband, nach Italien, obgleich die italienischen Universitäten damals keinen Astronomen besassen, dessen technisches Geschick und dessen Kenntniss sämmtlicher bisherigen astronomischen Leistungen sich mit entsprechenden

Eigenschaften der in Deutschland erblühten Astronomie Regiomontanischer Schule hätten vergleichen lassen.

Padua und Bologna waren die nächsten Ziele des jungen Mannes; Padua sollte auch einer der Ausgangspunkte des Streites über die Nationalität des grossen Astronomen werden, denn es wird erzählt, dass sich in Padua der Sohn des Thorner Bürgers und der Barbara Watzelrode als Polonus in das Album der Universität eingetragen habe.*)

Die Nation, welche im Jahre 1466 auch die Vaterstadt des Copernicus den Grenzen des jagelonischen Reiches einverleibt hatte, hat jedenfalls einen in seiner Bedeutung wohl zu begrenzenden, aber doch nimmer ganz wegzuleugnenden Anspruch auf einen Antheil an dem unvergänglichen Ruhme der Copernicanischen Epoche, denn Krakau, welches jedenfalls seine Blüthe der Blüthe des damaligen Polenreiches verdankte, ist die erste alma mater der wissenschaftlichen Bildung des Jünglings geworden. Hierdurch ist der Vergangenheit des polnischen Volkes jedenfalls ein hoher Ruhmestitel erwachsen.

Auf diese Erwähnung des im Interesse der historischen Wahrheit unweigerlich zu Ende zu fechtenden Streites über die Nationalität des Copernicus glaube ich mich hier beschränken zu können. Es ziemt dem deutschen Volke, welches, wie ich glaube, ohne jegliche Subtilität Copernicus zu den Seinigen zählen darf, auch den wirklichen Antheil der Cultur des Nachbarvolkes an der Lebens- und Geistesentwickelung des grossen Mannes, wie sehr auch jene Cultur mit deutschen Elementen durchwachsen war, freimüthig anzuerkennen.

Von Bologna aus wandte sich Copernicus nach Rom, woselbst damals die Kenntniss der griechischen Litteratur und die Begeisterung für platonisch-pythagoraeische Weltansichten in hohem Flor war.

Weniges und noch weniger Verbürgtes ist über die Entwickelung und Bethätigung des Copernicus aus diesen Zeiten überliefert. Manches wird über hervorragende Eigenschaften und Leistungen des grossen Mannes schon aus jener Zeit berichtet, was sich leicht durch den Glanz erklären lässt, von welchem die Beurtheilung des

*) In neuester Zeit scheinen viel verbürgtere gegentheilige Angaben in Bologna aufgefunden worden zu sein.

ganzen Lebens eines solchen Mannes nachträglich durchdrungen wird. Bei der ausserordentlichen Schlichtheit und Solidität, welche das Leben und Wirken des Copernicus charakterisiren, ist es vollkommen wahrscheinlich, dass er ohne grosse Bethätigung nach aussen in stillem Fleiss und begeisterter Empfänglichkeit seinen Weg gewandelt ist, bis die Zeit herannahte, in der sich eigenes Schaffen aus den Tiefen seines Genius entwickelte. Einige Beobachtungen, welche Copernicus in Rom und Bologna angestellt hat, erwähnt er selbst in den bezüglichen Capiteln seines Werkes.

Mit den tiefen Kenntnissen über die Entwickelung der griechischen und arabischen Astronomie ausgerüstet, welche sich später in seinen Werken documentiren, kehrte Copernicus von Italien nach der Heimath zurück und zwar definitiv im Jahre 1502, nachdem er inzwischen ein Mal oder zwei Mal auf kurze Zeit in der Heimath gewesen war.

Zu Hause war für ihn durch die Fürsorge seines mütterlichen Oheims, des Bischofs von Ermland, bereits eine Stelle im Domcapitel zu Frauenburg gesichert, welche ihm die erwünschte Musse zur Durcharbeitung der grösseren Anregungen gewähren sollte, die er in Italien empfangen hatte. Vom Jahre 1502 an hat er das Heimathland nicht mehr verlassen und sein Leben ist also von da ab ohne grössere Ereignisse und Veränderungen verflossen, wenn auch nicht ohne manche eingreifende Bethätigung bei den öffentlichen Angelegenheiten der Verwaltung des Bisthums und der mit demselben in näheren Beziehungen stehenden umgebenden preussischen Lande. Bedeutende Sachkenntniss auf mehreren Gebieten des Wissens und Wirkens wurde ihm nachgerühmt, und sein kundiger Rath wurde unter anderem von den Ständen des Nachbarlandes im Interesse einer geordneteren Gestaltung des preussischen Münzwesens, ebenso von dem Hochmeister, nachmaligen Herzog Albrecht, in öffentlichen Angelegenheiten begehrt und vielfach, wie es scheint, auch in medicinischen Consultationen beansprucht. Das stetige Hauptgeschäft seines Lebens bis zu dem im Jahre 1543 in hohem Seelenfrieden erfolgten Ende desselben ist neben allem diesen, da seine Domherrnstelle eigentliche Berufsverpflichtungen ihm nur in geringem Maasse auferlegte, die Bearbeitung und Erprobung der altgriechischen

Hypothesen von der Bewegung der Erde gewesen. Man hat lange Zeit fast gar nichts gewusst von der Geschichte der inneren Entwickelung der Geistesarbeit, durch welche sich jene alten speculativen Hypothesen, die von Generationen der competentesten und bedeutendsten Astronomen als Uebereilungen verworfen worden waren, endlich in dem Geist eines strengen Fachmannes siegend Bahn brachen.

In dem grossen Werke des Copernicus, libri sex revolutionum orbium coelestium, welches er ganz im Anschluss und nach dem Muster des systematischen Lehrbuchs des Ptolemaeus schrieb, ist fast noch mehr wie in diesem Vorbild die inductive Begründung der Theorie gegen ihren deductiven Ausbau in den Hintergrund getreten, und ein überaus wichtiges und werthvolles Document für die Entwickelung der Gedankenarbeit des Copernicus, nämlich ein aus dem Jahre 1539 datirter Brief eines seiner Schüler war lange in Vergessenheit gerathen, bis es — und dies ist ein ebenfalls anzuerkennendes polnisches Verdienst — im Anschluss an die im Jahre 1854 veranstaltete polnisch-lateinische Ausgabe des Copernicanischen Werkes der wissenschaftlichen Welt wieder in Erinnerung gebracht wurde. Mit diesem Schüler aber hat es folgende Bewandtniss.

Schon früh scheint es unter einigen Fachgenossen bekannt geworden zu sein, mit welchen grossen Plänen und kühnen Anschauungen Copernicus nach der Heimath zurückgekehrt war, und während der über 30 Jahre, in welchen er, ohne etwas darüber zu veröffentlichen, durch die tiefsten Studien der Araber, durch mühsame und sorgfältig Berechnungen und durch eigene Beobachtungen die verwegenen Conceptionen, welche die Illusion von Jahrtausenden vernichten sollten, zu erproben für unumgänglich hielt, war natürlich im Wege des brieflichen Verkehrs unter die Fachgenossen, insbesondere der Nürnberger Schule dunkle Kunde von dem neuen System der Astronomie, welches in Frauenburg erwuchs, gedrungen.

Endlich scheint die Erwartung unter den deutschen Fachgenossen eine so gespannte und die Bewegung eine so lebhafte geworden zu sein, dass sich einer derselben, der Professor der Mathematik und Astronomie an der Universität zu Wittenberg, Joachim Rhaeticus, entschloss, seinen Lehrstuhl aufzugeben und sich zu den Füssen des

grossen Meisters zu Frauenburg zu setzen. Dort wurde er von dem Domherrn Copernicus, obgleich der neuen religiösen Lehre angehörig, freundlich aufgenommen und gewann das Vertrauen des Meisters bald in so hohem Grade, dass derselbe ihn endlich ermächtigte, statt der vereinzelten und unvollständigen Mittheilungen, welche bis dahin über das neue System unter die deutschen Fachgenossen gelangt waren, in einem an den Astronomen Johann Schoner zu Nürnberg gerichteten Brief, welcher im Jahre 1539 bei Rhode in Danzig gedruckt wurde, eine übersichtliche Schilderung der gewaltigen Arbeit des Copernicus und der gewichtigsten astronomischen und speculativen Argumente zu geben, welche diese grosse Arbeit geleitet und beseelt hatten.

Diese vier Jahre vor dem Tode des Copernicus und der Veröffentlichung seines Werkes einem jüngeren Freunde anvertraute höchst warme und belebte Darstellung, welche sogar in längeren Abschnitten die eigenen Worte des Copernicus zu enthalten scheint, bietet uns nun einen überaus wichtigen und eigenthümlichen Einblick in die Entwickelung der neuen astronomischen Lehre und überhaupt in das Gestalten genialer Geister, aus deren Irrungen sogar folgenreiche Wahrheiten hervorzugehen pflegen.

Einen zweiten mit dem uns von Rhaeticus gewährten wesentlich übereinstimmenden Einblick erhalten wir endlich neuerdings durch die von dem Copernicusverein für Kunst und Wissenschaft zu Thorn in dankenswerthester Weise veranstaltete Herausgabe des glücklicher Weise vollständig erhaltenen Manuscripts des Copernicus, welches er dem Druck seines grossen Werkes zu Grunde gelegt hatte. In diesem Manuscript sind nämlich eine ansehnliche Anzahl von Veränderungen und Verbesserungen ersichtlich geblieben, welche Copernicus trotz dreissigjähriger Reife seiner Gedankenentwickelung selbst in der letzten Form noch für nöthig gehalten hat, und welche uns über die ganze Art seines Gestaltens ebenfalls einige Aufschlüsse geben.

Höchst eigenthümlich tritt uns nun in dem Brief des Rhaeticus, der sich eine prima narratio von der neuen Lehre benennt, die Erscheinung entgegen, dass sich unter den entscheidenden Beweisgründen des Copernicus für die Bewegung der Erde zu vielen höchst

gesunden und richtigen Gedanken nicht nur einzelne illusorische Annahmen, sondern sogar Theorien gesellen, die, so fein sie damals sein mochten, dennoch auch später keine Realität erringen konnten und schon unter Tycho von Brahe's praktischen Händen sich in die zufälligen Elemente ihres Aufbaus aus Beobachtungsfehlern der griechischen und arabischen Astronomen auflösten.

Dennoch ist die Art, wie Copernicus auch diesen Theil seiner Beweisführung gestaltet, von dem höchsten sachlichen und methodischen Interesse, und ebenso wie uns die jugendliche Begeisterung von Keppler's mysterium cosmographicum mit seiner phantastischen Darstellung der Gruppirung der Planetenbahnen nach dem Netz der fünf regulären Körper, und wie uns die wunderlichen musicalischen Ausführungen in seiner harmonice mundi die klaren und unvergänglichen Gedanken, die sie gewissermaassen umrahmen, nur heller hervortreten machen und die wunderbare Intensität seines Seelenlebens uns viel näher bringen, so enthält auch die narratio prima des Rhaeticus von dem Bilde des grossen Meisters Copernicus trotz der grandiosen Schattengestalten einiger vagen Theorien, die sie uns bringt, mehr Menschliches und mehr Einblicke in das Werden so grosser Gedankensysteme, als alles Uebrige, was über ihn berichtet wurde, oder was von ihm in seinem Lehrbuch niedergelegt ist.

Die Astronomen waren damals und in den beiden nächst vorangegangenen Jahrhunderten ausser durch das Problem der Ortsbestimmung zur See hauptsächlich durch zwei wichtige Probleme bewegt:

1) die genauere Bestimmung der Umlaufszeit der Sonne;
2) die Erklärung der eigenthümlichen Bewegung, welche man am Fixsternhimmel bemerkt zu haben glaubte, des sogenannten motus octavae sphaerae.

Die gesuchte genauere Kenntniss der Umlaufszeit der Sonne stand in Verbindung mit einer damals von der Kirche in den Vordergrund gestellten Aufgabe, nämlich der Verbesserung des Kalenders. So einfach uns diese Sache jetzt erscheint, so verwickelt stellte sie sich damals dar. Die Wiederkehr der Sonne zu denjenigen Stellungen, welche die Wiederkehr derselben Wärmewirkungen bedingten

und somit maassgebend für das bürgerliche Culturjahr wurden, also die Wiederkehr der Tag- und Nachtgleichen und der Sonnenwenden, war seit den Tagen des Hipparch und Ptolemaeus, welche die ersten Umrisse einer Theorie der scheinbaren Sonnenbewegung am Himmel begründet hatten, in Intervallen von mehreren Jahrhunderten von griechischen, von arabischen, spanischen und schliesslich von Nürnberger Astronomen und von Copernicus selbst sorgfältig beobachtet worden, und es lagen für die Bestimmung der Dauer des Sonnenjahres in den seit Hipparch verflossenen nahe 17 Jahrhunderten etwa 9 gute Gruppen von Beobachtungen der Eintrittszeiten der Tag- und Nachtgleichen vor, zwischen welchen die Intervalle in Tagen und Stunden durch chronologische Zählungen sicher genug bestimmt waren, also durchschnittlich auf je 200 Jahr eine fundamentale Bestimmung der Tag- und Nachtgleichezeiten auf Tag und Stunde.

Berechnete man aus je zwei dieser aufeinanderfolgenden Aequinoctialepochen, von denen Copernicus schliesslich etwa 6 benutzte, mit Hülfe der vollen Anzahl der Sonnenumläufe, welche dazwischen lagen, den genaueren Betrag der Dauer des Sonnenjahres, so schien sich die merkwürdige und verwirrende Thatsache herauszustellen, dass das Sonnenjahr veränderlich war und zwar so veränderlich, dass man nicht sicher sein konnte, wenn man irgend einen dieser verschiedenen Werthe des Sonnenjahres, vielleicht den letzten oder bestbestimmten herausnahm, ob nicht schon nach mehreren hundert Jahren das wirkliche Aequinoctium in dem angenommenen Sonnenjahr sich um einen oder mehrere Tage wieder verschoben haben könnte, wogegen die gewünschte Uebereinstimmung der Kalender- und Festrechnungen mit dem Himmel es unbedingt verlangte, dass solche Verschiebungen oder wenigstens das Anwachsen derselben verhindert wurden, und dass die Phänomene des Sonnenlaufes in möglichst unveränderlichen Beziehungen zum Kalenderdatum erhalten wurden.

Dass die aus dem alten Aegypten stammende Annahme der Jahreslänge, welche dem julianischen Kalender von Caesar zu Grunde gelegt war, nicht mit dem Sonnenlauf übereinstimme, hatten schon die Griechen, im 13. Jahrhundert auch im Abendlande die beginnenden astronomischen Forschungen mit Sicherheit erkennen gelehrt, und

es galt bereits für erwiesen, dass durch die Ungenauigkeit jener Annahme der Jahreslänge schon eine Veränderung von 8 Tagen in der Lage des Aequinoctiums zu dem Datum des julianischen Kalenders entstanden war.

In der Rathlosigkeit, in welcher sich in Betreff dieser ganzen Sachlage die Festrechnung der Kirche befand, war jede neue Erscheinung in der Astronomie von der römischen Curie auf das Lebhafteste begünstigt und gefördert worden, weil man den dringenden Wunsch und die Hoffnung hegte, dass endlich für jene Unsicherheiten der Dauer des Sonnenjahres Erklärungen gefunden werden würden, welche erlauben könnten, mit genügender Sicherheit im Voraus die Kalenderform festzusetzen.

Auch Copernicus erhielt bekanntlich, bevor noch sein Werk veröffentlicht worden war, die grössten Ermuthigungen aus Rom, weil gerade von seiner neuen Theorie sich bereits der Ruf verbreitet hatte, dass durch dieselbe jene verdriessliche Schwierigkeit der Kalender- und besonders der Osterrechnung gründlich geordnet werden solle, und in der That scheint dies nach der Lebhaftigkeit und der hervorragenden Stelle, in welcher jenes Problem in der prima narratio des Rhaeticus erörtert wird, in der ganzen astronomischen Wirksamkeit des Copernicus die Rolle eines bedeutsamen Antriebes gespielt zu haben.

Leider erkannte Copernicus die wahre Ursache jener Schwankungen in den Bestimmungen des Sonnenjahres augenscheinlich deshalb nicht, weil er selbst nicht genug Techniker und Beobachter war, um mit Sicherheit an die Kritik der sämmtlichen Sonnenbeobachtungen zu gehen, welche bis dahin angestellt worden waren. Erst Tycho von Brahe erwies durch entsprechende kritische Behandlung der Instrumente und Beobachtungsmethoden der Alten und auf Grund von Untersuchungen mit seinen eigenen Instrumenten und Methoden mit hoher Wahrscheinlichkeit, dass jene scheinbare säculare Unregelmässigkeit des Sonnenlaufes aus gewissen zufälligen, aber im Allgemeinen unvermeidlichen Beobachtungsfehlern, welche mit roheren Instrumenten bei den Bestimmungen der Aequinoctialzeiten begangen sein mussten, herrührte; Copernicus dagegen nahm jene Erscheinungen noch für Realitäten, aber er durchdrang diese

angeblichen Unregelmässigkeiten des Sonnenlaufs mit demselben Scharfblick, mit welchem Hipparch und die Alexandrinischen Astronomen die Unregelmässigkeiten der Planetenbewegungen durchdrungen und durch den systematischen Uebereinanderbau von Bewegungsformen einfachen und regelmässigen Ablaufs dargestellt hatten, und zwar gelang ihm dies, indem er sofort das zweite vorhin erwähnte Problem, nämlich den motus octavae sphaerae in Verbindung setzte mit dem Problem der Wandelbarkeit des Sonnenjahres.

Hipparch hatte zuerst ans Licht gestellt, dass die Aequinoctialpunkte des jährlichen Sonnenlaufes ihre Lage am Fixsternhimmel verändern, bekanntlich eine Folge des Umstandes, dass die Aequinoctialpunkte am Himmel nur die Durchschnittspunkte der scheinbaren Sonnenbahn mit dem grössten Kreis desjenigen mathematischen Netzes am Himmel sind, welches sich als Bild der Drehung der Erde in der scheinbaren Drehung des Himmelsgewölbes abzeichnet, und dass somit die durch die Anziehungswirkung der Sonne und des Mondes auf die nicht völlig kugelförmige Erde verursachte langsame Veränderung der Lage der Drehungsachse der Erde auch jenes Drehungsnetz und seine Durchschnittspunkte mit der scheinbaren Sonnenbahn am Himmel in entsprechend gesetzmässiger Weise verschiebt.

Schon Hipparch zeigte sich jedoch, wie der von ihm gewählte Name für die Erscheinung „das Zurückbleiben der Aequinoctialpunkte“ andeutet, geneigt, jene Erscheinung nicht einer Bewegung der Aequinoctialpunkte im himmlischen Raume zuzuschreiben, sondern vielmehr ein langsames Fortrücken der Sterne im entgegengesetzten Sinne anzunehmen und das ganze Fixsternsystem in ähnlicher Weise, wie es in 24 Stunden um eine feste Achse zu rotiren schien, ausserdem noch in Jahrhunderte langen Perioden um eine andere nach den Polen der Ekliptik gerichtete Achse, aber in entgegengesetztem Sinne der Drehung, sich bewegen zu lassen, so zwar, dass sämmtliche Fixsterne in Parallelkreisen zu dem grössten Kreis der scheinbaren Sonnenbahn etwa um einen Drehungswinkel von einem Grad pro Jahrhundert fortrückten.

Ptolemaeus hat dann sogar kritisch untersucht, ob in der That jene Bewegung allen Sternen gemeinsam sei und ob sie nicht etwa

blos den Sternen zukomme, an welchen sie von Hipparch zuerst entdeckt worden war, nämlich den Sternen, welche sich in der Nähe der scheinbaren Sonnenbahn, des Thierkreises, befinden. Diese Untersuchung wurde durch Vergleichung der von Hipparch zwischen Sternen nördlich und südlich vom Thierkreise und Sternen im Thierkreise beobachteten Alignements mit den von Ptolemaeus selbst wieder beobachteten entsprechenden Alignements ausgeführt, und sie ergab das negative Resultat, dass keine relativen Verschiebungen der Sterne gegen einander ersichtlich waren, dass somit jene vorausgesetzte Bewegung der Fixsterne in der schrägen Thierkreissphäre gegen die Aequinoctialpunkte eine gemeinsame Erscheinung am ganzen Fixsternhimmel sei.

Nachdem nun von den alexandrinischen, den arabischen und spanischen Astronomen in einem Gesammtintervall von etwa 1700 Jahren jene wiederholten Bestimmungen der Lage der Aequinoctialpunkte innerhalb der Constellationen des Fixsternhimmels gemacht worden waren, schien sich immer deutlicher die merkwürdige Thatsache zu ergeben, dass jene gemeinsamen säcularen Bewegungen des Fixsternhimmels in der Thierkreissphäre (gewissermaassen der letzte Abklang der Planetenbewegungen, welche auch nahezu in dem grössten Kreise der Thierkreissphäre stattfinden) auch ähnliche Unregelmässigkeiten zeigten, wie die Planetenbewegungen selbst.

Natürlicher Weise wurden denn auch hier zunächst dieselben Mittel der Darstellung angewandt, wie bei den Planetenbewegungen: An der gesammten Fixsternsphäre wurde eine aus mehreren Rädern zusammengesetzte Maschinerie, die sogenannte Trepidation, angebracht gedacht, welche die von den Beobachtungen angedeutete säculare Veränderlichkeit der angeblichen Drehungsgeschwindigkeit des Fixsternhimmels einigermaassen zu erklären und darzustellen geeignet war, obgleich die machinale Schwierigkeit hier noch viel bedeutender und die ganze Betrachtungsweise derselben verwirrter war, als bei den aufeinander gesetzten Räderepicykeln, welche zur Darstellung der Planetenbewegungen dienten.

Die Aequinoctialpunkte selbst rührte man nicht an, denn machte man diese im Raum überhaupt beweglich, so wären, während sich allerdings einige Schwierigkeiten in der Theorie der

Sonnenbewegung lösten, nicht nur andere Schwierigkeiten in der letzteren entstanden, sondern, was noch viel bedeutungsvoller war, der ganze motus octavae sphaerae wäre dadurch in nichts zerfallen, weil man dann ebensogut wie jene Unregelmässigkeiten der Bewegung des Fixsternhimmels auch die ganze angebliche Bewegung desselben durch Ortsveränderungen der Aequinoctialpunkte in einfacherer Weise hätte ersetzen können. Jene Annahme aber, dass die beobachteten Phänomene auf einer langsamen Bewegung des gesammten Fixsternhimmels entsprechend der allgemeinen Bewegung der Sonne und der Planeten in der Thierkreissphäre beruhten, hatte tiefe Wurzel in der ganzen astronomischen Anschauungsweise geschlagen, nachdem insbesondere in der arabischen Kosmologie jenem scheinbaren letzten Abklang der Planetenbewegungen mit einer kühnen Inversion der Theorie eine besondere Rolle als Uebertragungsmittel der letzten erst jenseit der Fixsternsphäre gedachten Bewegungsursache, das primum mobile nach den inneren Planetensphären hin zuertheilt worden war.

Die äusserst schwerfälligen und künstlichen Darstellungsmittel, welche nun die Erklärung der Bewegung der Fixsterne gegen die als fest betrachteten Aequinoctialpunkte verlangte, und welche gerade zu den Zeiten des Copernicus bei den Nürnberger Epigonen des Regiomontanus äusserst subtile, aber jeder freieren Erklärungsgabe ermangelnde Bearbeiter gefunden hatten, mochten auch zur Studienzeit des Copernicus in Krakau und vielleicht auch in Italien eine grosse Rolle gespielt und die unbefangene Kritik herausgefordert haben, welche gerade die studirende Jugend gegen öde Subtilitäten, in die sich lehrende Fachmänner leicht hineinleben, zu allen Zeiten zum Heil der Wissenschaft erhoben hat.

Wie sehr dieser motus octavae sphaerae den Copernicus später während der Durcharbeitung seiner Hypothesen beschäftigt hat, geht unter Anderem auch aus dem Brief hervor, den er im Jahre 1514 an einen polnischen Freund in Krakau über die betreffende Doctrin des Nürnberger Astronomen Werner geschrieben hat. In diesem Briefe malt sich auf das Deutlichste der Verdruss über die monströsen Schwerfälligkeiten jener Erklärungen in Verbindung mit der höchst vorsichtig kundgegebenen Zuversicht, dass diese Dinge

durch eine freiere und grössere Theorie wie Nebel von der Sonne zerstreut werden könnten.

Der einfache und glückliche Griff, den er dann selbst that, bestand darin, dass er, ohne sich um die kosmologischen Befangenheiten der Vorgänger irgendwie zu kümmern, während er gleichwohl mit fast zu grosser Treue alles Thatsächliche und vermeintlich Thatsächliche, was dieselben geliefert hatten, festhielt und darzustellen suchte, endlich in den Aequinoctialpunkten selbst den Sitz einer Unveränderlichkeit erkannte durch welche sowohl die Veränderlichkeit des Sonnenjahres, als die eigenthümlichen Schwankungen der scheinbaren säcularen Bewegung der Fixsterne erklärt werden könnten. Mochten nun diese Bewegungen der Aequinoctialpunkte wirkliche oder nur eingebildete, nämlich durch Beobachtungsfehler bei der Bestimmung der Aequinoctialzeiten und der Bestimmung der Lage der Fixsterne gegen die Sonne verursachte sein, dieser Griff war unter allen Umständen ein heilender, denn er fasste sofort die verschiedenartigsten unerklärten Erscheinungen an dem, was ihnen gemeinsam war.

War jene Annahme richtig, waren nur die Aequinoctialpunkte das Bewegliche, ruhten also die Fixsterne, und war auch die Umlaufszeit der Sonne an sich eine völlig gleichförmige und nur gegen die bewegten Aequinoctialpunkte scheinbar veränderlich, so musste sich dies sofort darin zeigen, dass wenn man die Bewegungen der Sonne nicht auf die Aequinoctialpunkte, sondern auf gewisse Fixsterne bezog, die Unregelmässigkeiten des Sonnenjahres vollständig verschwanden. Mit anderen Worten, die beobachteten unregelmässigen Schwankungen in der Dauer des Aequinoctialsonnenjahres und in den Bewegungen der Fixsternsphäre mussten sich durch Beseitigung der als gemeinsame Fixpunkte eingeführten Aequinoctialpunkte vollständig aufheben.

Dieser letzte Nachweis gelang vollständig, und die prima narratio enthält die von hohem Frohgefühl belebte ausführliche Darlegung dieses Gelingens.

Grosses aber war hiermit erlangt, und die Befreiung dieses kühnen Kopfes von dem festen Netz, mit welchem das aristotelisch-alexandrinische Weltbild die Geister umfangen hatte, lässt

jene sehr einfache Combination als eine viel kühnere That erscheinen, als wenn man sie ausser jenem Zusammenhang betrachtet. Das von Rhaeticus mit besonderer Wärme gebrauchte, offenbar dem Copernicus sehr werthe Wort: Frei im Erkennen müsse der Mann sein, der philosophiren solle, hatte offenbar in den soeben erörterten technischen Fundamenten der copernicanischen Lehre bereits eine volle Anwendung gefunden.

Jene Loslösung der Aequinoctialpunkte von der Sonnenbahn selbst bedeutete nun aber sofort für Copernicus etwas noch viel Tieferes als die Erklärung der scheinbaren Bewegung des Fixsternhimmels. Waren jene Punkte in so seltsamer Weise beweglich und trennbar von dem Gefüge des Fixsternhimmels, so musste auch das ganze Netz der täglichen Drehung des Fixsternhimmels, mit welcher die Aequinoctialpunkte allein verknüpft sein konnten, da sie sich auch von einer festen Verbindung mit der Sonnenbahn losgelöst gezeigt hatten, selbst beweglich und trennbar von dem Fixsternhimmel sein, mit anderen Worten: auch jene tägliche Drehung des Sternhimmels konnte dann nur ein Abbild einer anderen Drehung sein, welche der Fixsternhimmel nicht selbst erfuhr, und diese Drehungserscheinung konnte nur die der Erde selbst sein, wie sie schon früh von den Pythagoraern geahnt und von Aristarch von Samos in Verbindung mit der Bewegung der Erde um die Sonne bereits in deutlicher Gestalt gelehrt worden war. Diese Loslösung des Netzes der täglichen Drehung von der Sternsphäre, welche jetzt aber nicht durch speculative Anschauung verlangt, sondern durch eine Kette unweigerlicher technischer Schlüsse bewiesen war, trat aber nun sogleich in eine innige Beziehung zu der Bewegung der Erde um die Sonne.

Nach der machinalen Anschauung, welche man bis zu Galileis und Kepplers Zeiten von den himmlischen Bewegungen hegte, hatten die Annahme der Drehung der Erde um ihre Achse und die Annahme ihrer Bewegung um die Sonne sich gegenseitig erhebliche Schwierigkeiten bereitet. Bewegte sich die rotirende Erde zugleich auch in einem Kreise um die Sonne, so hätte nach der der himmlischen Mechanik des Alterthums und des Mittelalters zu Grunde liegenden Anschauung, nach welcher man sich alle Drehungsbewegungen in festen maschinenmässigen Verbindungen mit den Mittelpunkten

und Achsen der Drehung dachte, die Erdachse im Lauf eines Jahres ihre Lage im Raum und folglich der Pol dieser Achse am Himmelsgewölbe seine Lage unter den Sternen systematisch ändern müssen, und zwar hätte letzterer einen Parallelkreis um den im Sternbild des Drachen liegenden Pol der Ekliptik beschreiben müssen. Dass nichts derartiges eintrat, war also eine grosse Schwierigkeit und war es vermuthlich auch für die alexandrinischen Astronomen bei ihren kritischen Betrachtungen der Theorie des Aristarch von Samos gewesen. Schien doch jene Anschauung von der himmlischen Drehungsbewegung dadurch, dass der Mond bei seiner Bewegung um die Erde uns stets dasselbe Gesicht zuwendet, auch erfahrungsmässig vollkommen begründet. Dadurch musste sich auch Copernicus genöthigt sehen, schon im Anfang seiner Nachweisung eines Zusammenbestehens der Drehung der Erde und der jährlichen Bewegung derselben um die Sonne auf einen Apparat derselben Art zu denken, wie er in den Theorien der Alten zu ähnlichen Zwecken mehrfach vorgebildet war, nämlich auf eine Vorrichtung, welche der Erdachse bei der Bewegung der Erde um die Sonne die entsprechende Gegenbewegung zu ertheilen hatte, damit sie, wie die Erfahrung forderte, ihre nahezu unveränderliche sich selbst parallel bleibende Lage im Himmelsraume behaupten könne.

Nachdem aber nun die Kritik der Lehre von der Bewegung des Fixsternhimmels und der Veränderlichkeit des Sonnenjahrs dem Copernicus ergeben hatte, dass die Punkte, in welchen sich der Grundkreis der Abbildung der Drehung der Erde am Fixsternhimmel und die scheinbare Sonnenbahn schnitten, der Lage nach jedenfalls in säcularen Perioden veränderlich waren, dass also entsprechende Veränderungen der Lage der Drehungsachse der Erde selbst in der That stattfanden, wenn dieselben auch keine jährlichen Perioden hatten, schien dem Copernicus der künstliche Apparat, durch welchen der Erdachse ihre nahezu unveränderliche Lage während der jährlichen Bewegung gesichert werden musste, vollständig durch die Thatsachen sanctionirt zu sein, denn der motus octavae sphaerae oder, wie wir uns jetzt ausdrücken, die Vorrückung der Tag- und Nachtgleichen (Praecession) konnte dann verhältnissmässig einfach durch geringe Modificationen jener machinalen Gegenbewegung, welche der Erd-

achse angeblich ertheilt werden musste, durch sogenannte Librationen erklärt werden. Jedenfalls konnte durch denselben Apparat, welchen die jährliche Bewegung in Verbindung mit der täglichen Drehung der Erde unumgänglich zu verlangen schien, die saeculare Bewegung der Aequinoctialpunkte des himmlischen Drehungsnetzes ohne irgend welche Schwierigkeit mit geleistet werden.

Hierzu kam, dass die Vergleichungen aller seit Hipparch angestellten Beobachtungen der Schiefe der Ekliptik zu ergeben schienen, dass auch der Abstand des Poles der täglichen Drehungsachse am Himmel von dem Pol der Ekliptik keineswegs ganz unveränderlich, sondern langsamen Schwankungen unterworfen war, welche zwar, wie wir jetzt wissen, hauptsächlich durch eine Bewegung der Ekliptik verursacht werden, welche aber Copernicus damals, ohne anderweitige grobe Abweichungen in den noch wenig genauen Beobachtungen dabei zu finden, durch eine entsprechende Bewegung der Erdachse erklären konnte und nach der ganzen Sachlage sogar durch eine solche Bewegung erklären musste. Eine solche Veränderung der Neigung der Erdachse gegen die Ebene der Erdbahn musste sich aber mit der periodischen Leistung jenes Gegenbewegungsapparates, der die Lage der Erdachse trotz ihrer Bewegung um die Sonne innerhalb des Jahres nahezu constant erhalten sollte, ebenso zwanglos vereinigen, wie die Besonderheiten der scheinbaren Bewegung des Fixsternhimmels gegen die Aequinoctialpunkte durch jenen Apparat erklärt werden konnten.

Diese ganze Darlegung, in welcher sich die kräftigste und unbefangenste Beherrschung des umfangreichen und dabei wenig zugänglichen und schwerfälligen Materials der gesammten vorangegangenen astronomischen Forschung mit der freisten Logik verbindet, erregt trotzdem durch die Abhängigkeit, in welcher sich selbst dieser Geist noch von den unentwickelten Bildern, die man sich im Alterthum von der Natur der Bewegung der Himmelskörper machte, sowohl bezüglich der Zusammensetzung von Kreisen als der starren machinalen Verbindungen innerhalb der Bewegungsformen befindet, und durch die Irrungen, welche ihm in Folge dessen mitten in den gesundesten und zwingendsten Entwickelungen begegnen, einen eigenthümlichen Eindruck, und doch wird die soeben erörterte Beweisführung von

Rhaeticus an die Spitze seiner prima narratio gestellt. Und dass sie wirklich nicht nur von Copernicus, sondern auch von allen Fachgenossen als die wahre Grundlage der neuen Lehre betrachtet wurde, weil in der That die unveränderliche Lage der Erdachse, abgesehen von den physikalischen Bedenken, die schon Ptolemaeus gegen die Erdbewegung gehegt hatte, damals den stärksten Einwurf gegen eine Verbindung der Drehung der Erde mit einer Bewegung um die Sonne bildete, geht auch daraus hervor, dass die Kritik der neuen Lehre durch des Copernicus grossen Nachfolger Tycho von Brahe sich hauptsächlich gegen diese Grundlage der Copernicanischen Lehre richtete.

Der Nachweis, den Tycho führte, dass ein erheblicher und gerade der am schwersten zu erklärende Theil der Bewegungen der Aequinoctialpuncte, welche Copernicus in Verbindung mit dem Apparat, der die Erdachse constant erhalten sollte, bequem zu erklären meinte, nur aus Beobachtungsfehlern der griechischen und der arabischen Astronomen bei der Bestimmung der Aequinoctialzeiten der Sonne herrührte, schien dem Tycho hinreichend, die ganze Copernicanische Lehre von der Bewegung der Erde um die Sonne zu entkräften.

Die zweite Hauptgruppe von Argumenten, auf welche Copernicus seine Lehre von der Erdbewegung gründete, nämlich die dadurch erreichbare Vereinfachung der Darstellung der Planetenbewegungen, erschien dem Tycho insofern als kein characteristisches Criterium der Wahrheit der copernicanischen Lehre, als es in der That möglich war, eine ähnliche Vereinfachung der Darstellung der Planetenbewegungen dadurch herbeizuführen, dass man sie sämmtlich, mit Ausnahme der Erde, ähnlich, wie es Mercur und Venus schon dem Augenschein darboten, sich um die Sonne bewegen und sodann an der vermeintlichen jährlichen Bewegung der Sonne um die Erde theilnehmen liess.

Diese Erklärung vermied die fundamentale Schwierigkeit, welche die sich parallel bleibende Lage der Erdachse bot, insofern, als zur damaligen Zeit an der Sonne selbst noch keine Rotation entdeckt worden war, welche bekanntlich erst gegen Anfang des 17. Jahrhunderts aus den beobachteten Sonnenfleckenbewegungen gefolgert wurde.

Dem Tycho von Brahe erschien durch die auch von ihm angenommene Drehung der Erde in Verbindung mit der festen Lage

des Pols ihrer Achse am Sternhimmel die Erde vorzugsweise als die ruhende characterisirt zu sein. In Bezug auf die Erklärung derjenigen Bewegung der Aequinoctialpunkte am Fixsternhimmel, welche auch Tycho als gesicherte Thatsache annehmen musste, und welche sich jedenfalls mit einer absolut festen Lage der Erdachse im Raum nicht vertrug, liess Tycho Unklarheit bestehen. Copernicus verfuhr also bedeutend folgerichtiger, als er sagte: Wenn überhaupt eine auch nur säculare Aenderung der Lage der Erdachse erwiesen sei, könnten auch die jährlichen Bewegungen, welche man ihr nach der damaligen Anschauung geben musste, um ihre Richtung in Weltrraum nahezu constant zu erhalten, keine entscheidenden Bedenken verursachen.

Auch in anderer Beziehung hat Copernicus in diesen wichtigen Untersuchungen, für welche, wie schon erwähnt, das unveränderliche Mondgesicht die wahre thatsächliche Grundlage bot, sofort weiter und richtiger gedacht, als Tycho von Brahe, denn Tycho übersah, dass bei der jährlichen Bewegung, durch welche er mit dem Sonnenmittelpunkt alle Planetenbahnen um die Erde herumtragen liess, nach damaliger Anschauung auch alle festen Orientirungen der Planetenbahnen, z. B. die Lage der Durchschnittslinien ihrer Bahnen mit der Sonnenbahn etc. entweder jährliche Schwankungen erfahren mussten, welche nicht beobachtet waren, oder jede für sich durch Gegenbewegungsapparate derselben Art, welche Copernicus nur an der Erdachse anzubringen brauchte, in constanter Lage erhalten werden mussten.

Was nun den in unseren Augen wichtigsten Beweis des Copernicus betrifft, dass die Erklärung sämmtlicher scheinbaren Planetenbewegungen durch die Annahme der Bewegung unseres eigenen Standpunktes erheblich vereinfacht wurde, so ist auch dieser Nachweis von Copernicus mit demselben Maasse von eindringendster Gelehrsamkeit und Solidität geführt worden, wie die eben erörterte Untersuchung über die Drehung der Erde und ihre Verbindung mit der jährlichen Bewegung. Schon in dem Lehrbuch des Ptolemaeus liegen die rohen Materialien für jenen Nachweis zu Tage, denn die Ptolemaeische Theorie jedes Planeten enthielt ein kleines Rad, auf welchem er sich mit derselben mittleren Geschwindigkeit bewegte, wie die Sonne um die Erde sich zu bewegen schien oder wie

sich in der That die Erde um die Sonne bewegt. Diese Abhängigkeit der sämmtlichen Planetenbewegungen von der scheinbaren Bewegung der Sonne wurde aber von Ptolemaeus als eine reine numerische oder cyklische Beziehung, gewissermassen als Consonanz im Sinne der Harmonik gedacht. Dem Copernicus musste es demnach als der allein entscheidende Nachweis einer wirklichen Abhängigkeit der scheinbaren Planetenbewegungen von einer Bewegung der Erde um die Sonne gelten, wenn es sich herausstellen liess, dass die Bewegung der Planeten auf jenen letzten Hilfsrädern nicht der mittleren cyklischen Geschwindigkeit der Erde um die Sonne, sondern ihrer in der schon von Hipparch entdeckten excentrischen Sonnenbahn veränderlichen Geschwindigkeit folgte, so dass die Radspeichen oder Radienvectoren, durch welche die Planeten in jenen letzten epicyklischen Rädern ihrer Mechanismen getragen wurden, beständig parallel der Verbindungslinie der Erde und der Sonne blieben. Konnte also diese genaue Abbildung der relativen Bewegung der Sonne um die Erde nachgewiesen werden, dann konnte von keiner harmonischen Abhängigkeit mehr die Rede sein, jene Erscheinungen in sämmtlichen Planetenbahnen konnten nicht blosse numerische Consonanzen, sondern sie mussten in unmittelbar causalem Sinn abhängige Erscheinungen sein und konnten dann nur durch die Bewegung unserer Erde um die Sonne einfach erklärt werden.

Dieser Nachweis, welcher in dem Lehrbuch des Copernicus selbst zurücktritt, ist nun, wenngleich mit etwas esoterischer Zurückhaltung, ebenfalls in der prima narratio von Rhaeticus im Auftrage des Copernicus geführt. Ebenfalls charakteristisch ist es für die methodische Entwickelung der ganzen Lehre, dass auch dieser Nachweis ebensowie die Loslösung der Aequinoctialpunkte von der Fixsternsphäre nur durch die zusammenfassende Discussion sämmtlicher in den vorangegangenen 17 Jahrhunderten angestellten Beobachtungen der Griechen und Araber möglich wurde. Mit bewundernswerther Feinheit erkannte nämlich Copernicus, nachdem die arabischen und abendländischen Beobachtungen, verglichen mit den alten griechischen, eine langsame Veränderung der aus den Beobachtungen der Tag- und Nachtgleichen und Sonnenwenden bestimmten Excentricität der Sonnenbahn ergeben hatten, dass sich ein

Abbild dieser veränderten Annahmen in den correspondirenden Resultaten, welche sich aus den Beobachtungen für die Gestalt und Orientirung der Planetenbahnen, insbesondere der uns nächsten Mars- und Venusbahn, ergeben, zeigen musste, wenn wirklich diejenigen Radbewegungen, in welchen schon die Alexandrinische Schule ein cyklisches Abbild der Sonnenbewegung gegeben hatte, nicht blos in den mittleren Umlaufzeiten, sondern auch in den wahren räumlichen Verhältnissen Abbilder der Erdbewegung um die Sonnen waren.

Der Nachweis solcher Beziehungen der Säcularveränderungen der zu verschiedenen Zeiten nach einem festen Rechnungsschema aus den Beobachtungen abgeleiteten Elemente der Planetenbahnen untereinander, welcher bei der Venus und dem Mars gelang, schien dem Copernicus endlich in Verbindung mit der Loslösung der Aequinoctialpunkte von der Fixsternsphäre der siegende Beweis von der Richtigkeit der alten pythagoraeischen Ahnungen. Hierzu kam noch, dass, während Ptolemaeus, in Folge der Schwierigkeiten der Beobachtungen der Planeten in der Nähe der sogenannten Conjunctionen mit der Sonne, zu finden geglaubt hatte, dass die schon erwähnten letzten Rädchen, in welchen sich jeder Planet mit einer der mittleren Sonnenbewegung entsprechenden Geschwindigkeit bewegte, nicht parallel unter einander und mit der Erdbahn waren, Copernicus diesen Parallelismus mit der Erdbahn und dadurch wiederum eine wesentliche Verstärkung der vollen Aehnlichkeit jener Abbildungen als den Beobachtungen nicht mehr widersprechend erweisen konnte.

Erst nachdem durch alle diese streng technischen Nachweise jenen pythagoraeischen Hypothesen statt der Bedeutung, welche sie bis dahin nur in der kosmologischen Speculation besassen, das Bürgerrecht auch in der astronomischen Wissenschaft gesichert worden war, führte Copernicus auch philosophische Argumente für die Wahrscheinlichkeit seiner Lehre ins Feld.

Schon Aristarch von Samos hatte gewusst, dass die Entfernung der Sonne von der Erde mindestens 19 Mal grösser sein müsse, als die des Mondes. Nachdem später die alexandrinische Astronomie ermittelt hatte, dass der Durchmesser des Mondes etwas weniger als $^1/_3$

des Durchmessers der Erde betrage, dass also der Durchmesser der Sonne mindestens 5—6 Mal grösser sein müsse, als der der Erde, war die Frage, ob nicht die Bewegung der Erde um die Sonne nach menschlichem Ermessen als eine zweckmässigere Einrichtung in der Natur zu betrachten sei, als die der viel grösseren Sonne um die Erde, eigentlich schon zu Gunsten der Lehre des Aristarch von Samos von der Bewegung der Erde entschieden.

Copernicus hebt mehr als diese Verhältnisse die besondere Bedeutung hervor, welche die Sonne als die Leuchte der Welt habe: der Mittelpunkt des Lichtes und der Wärme befinde sich auch sicherlich in centraler Stellung innerhalb der Planetenwelt, die er erleuchte, und Zweckmässigkeit und Oekonomie, welche schon für die Darstellung der einzelnen untereinander so ähnlichen Schwankungen der Planetenbewegungen durch eine gemeinsame Ursache, die Erdbewegung, sprächen, seien auch in jener Beziehung ganz auf Seiten der neuen Lehre.

Endlich hebt Copernicus hervor, wie seine Neuerung auch den wohl verstandenen tieferen Aeusserungen der alten Philosophen und Astronomen nicht widerspreche: Aristoteles habe ausdrücklich die Entwickelungsfähigkeit der Wahrheit anerkannt, indem er gesagt habe, wahr sei das, was der Darstellung der Phänomene genüge und sie sicher vorausgestalte. Die Kenntniss der Phänomene aber sei seit Aristoteles und seit Ptolemaeus durch die Säcularveränderungen der Bahnelemente der Planeten und die Bewegungen des Sternenhimmels im Zusammenwirken vielhundertjähriger Beobachtungen reicher und sicherer geworden, als sie in engeren Zeitintervallen selbst durch die scharfsinnigsten Männer hätte erfasst werden können. Auch Ptolemaeus verwahre sich wiederholt bei den Schwerfälligkeiten und Verwickelungen seiner theoretischen Annahmen mit der Aeusserung, dass es ihm nur darauf ankomme, die beobachteten Phänomene darzustellen, und dass die machinale Art, wie jene Uebereinandersetzung von Kreisbewegungen zu Stande komme, zunächst Niemanden kümmern dürfe, wenn nur die Phänomene nachgebildet würden. Auch Ptolemaeus würde demnach derjenigen Lösung dieser Schwierigkeiten, welche die neue Ansicht bringe, indem sie zugleich die Phänomene noch besser erkläre, seinen Beifall nicht versagt haben.

Es war der dogmatischen Form, welche die aristotelische und alexandrinische Lehre von den kosmischen Bewegungen in der Scholastik des Mittelalters angenommen hatte, und der eigenthümlichen Verbindung der Lehre von der centralen Stellung der Erde mit der Weltansicht der Kirche vorbehalten, jene ruhige Folge von einer ersten Näherung der Darstellung der himmlischen Bewegungen, wie sie Ptolemaeus formulirt hatte, in die nächst höhere Stufe, welche Copernicus in die Wissenschaft einführte, ohne dass die mathematischen Erklärungsformen des Ptolemaeus aufhören, integrirende Grundlagen des höheren Näherungsverfahrens zu bilden — es war jenen pädagogischen und socialen Mächten vorbehalten, diese stetige Folge in den erbitterten Streit zu verwandeln, dessen Märtyrer Galilei wurde.

Anfangs verhielt sich die Kirche nicht feindlich zu der neuen Lehre. Wie schon angedeutet wurde, begrüsste sie die Resultate des Copernicus als eine Hilfe für die Lösung des Kalenderproblems, und die tieferen speculativen Consequenzen dieser Lehre, welche ja zunächst in Folge ihrer streng wissenschaftlichen Form und ihres Widerspruches mit der gewöhnlichen Sinneswahrnehmung wenig Aussichten hatte, populär zu werden, erschienen nicht sogleich als eine Gefahr für die Illusionen religiöser Einbildungskraft.

Es war sogar den Männern der neuen religiösen Betrachtung, insbesondere dem Melanchthon vorbehalten, mit einer heftigen Opposition gegen die Copernicanische Kosmologie den Anfang zu machen. Melanchthons bekannte astrologische Neigungen und seine in Dingen der Naturkenntniss vielleicht gerade in Folge der hohen speculativen Intensität seines Wesens befangene Geistesanlage machen uns dies erklärlich. So wurde denn auch dem Rhaeticus selbst die Rückkehr nach Wittenberg verleidet, so dass er nach einiger Zeit die Universität ganz verlassen musste.

Die katholische Kirche erfuhr bekanntlich durch die Anregungen der Reformation in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts eine tiefgehende Läuterung, welche anfangs den freier denkenden und hoch gebildeten Elementen der Hierarchie zu grösserem Einfluss verhalf, und erst in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts, nachdem diese Bewegung in dem Tridentinischen Concil zu einer

neuen Befestigung der Autorität in der Kirche geführt hatte, entwickelte sich jene Reactionsbewegung der streitenden Kirche, welche in den Religionskriegen der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts, in der Verfolgung aller Regungen der Kritik und Forschung und somit auch der Copernicanischen Lehre zu Tage trat.

Im Jahre 1616 erschien denn auch ein päpstliches Decret, welches diese Lehre verurtheilte so lange, bis sie corrigirt werde. Die Opposition der katholischen Kirche gegen die copernicanische Lehre blieb indessen, obgleich sie in dem Process des Galilei einen Ausdruck von empörender Brutalität fand, in vielen anderen Fällen gemässigt durch die astronomischen und pädagogischen Interessen, welche die herrschenden Mächte dieser Kirche, insbesondere der Jesuitenorden, in damaliger Zeit hatten. Die grosse Ausbreitung des Jesuitenordens in fernen Welttheilen und insbesondere die Uebernahme der Leitung des Kalenderwesens in China durch Mitglieder dieses Ordens war es, welche zu Kepplers und Galileis Zeiten den copernicanischen Bestrebungen beider Männer sogar eine gewisse Förderung zuführte, während sich die lutherische und reformirte Theologie an den deutschen Universitäten andauernd zwar nicht in einer so gewaltthätigen Feindschaft, wie die heilige Inquisition, aber in einer höchst kleinlichen und engherzigen Verfolgung der copernicanischen Lehre gefiel. Aber nichts konnte die stille, unaufhaltsame Verbreitung dieser Lehre unter den Männern der Forschung hindern. Sowohl durch ihren Inhalt, als durch ihre grosse methodische Bedeutung sollte die Lehre des Copernicus allmählig die Grundlage einer neuen Weltansicht der Menschen werden und nicht blos eine astronomische Hypothese zur bequemeren Berechnung der Erscheinungen bleiben, als welche sie besten Falls von den Abgeneigten anerkannt wurde.

Das astronomische System der Griechen, obgleich es sich auf die irrige Annahme der ruhenden und centralen Stellung der Erde gründete, hatte die formellen Anforderungen, welche man an eine wissenschaftliche Wahrheit stellen muss, bereits in hohem Grade erfüllt. Es hatte aus einer grossen Zahl einzelner Wahrnehmungen wenige einfache Principien mit Glück abgeleitet, daraus Vergangenes und Künftiges mit der damals erreichbaren Genauigkeit zutreffend

berechnet. Zwar waren die vorhandenen astronomischen Wahrnehmungen noch wenig zahlreich und selbst noch ungenau, aber das vorhandene Erfahrungsmaterial war von Ptolemaeus fast vollständig zu einem feinen und wohlgefügten System verarbeitet worden, dessen Formen für die weitere Entwicklung der Astronomie geradezu unentbehrlich waren und auch jetzt noch in ihren Elementen höchst werthvoll sind.

Die schon um die Zeit der Entstehung Alexandrias von Aristarch von Samos unzweideutig aufgestellte Hypothese von der Bewegung der Erde war dagegen unentwickelt geblieben, weil der grosse Widerstreit, in welchen sie die Geister mit zahlreichen anderen Vorstellungen zu verwickeln drohte, damals noch kein Gegengewicht in unabweislichen Forderungen der astronomischen Wahrnehmungen hatte, letztere vielmehr durch die epicyklischen Lehren des Apollonius und Ptolemaeus innerhalb ihrer Genauigkeitsgrenzen hinreichend befriedigt wurden. Erst nachdem Araber, Spanier, Italiener und Deutsche die Erbschaft der griechischen Beobachtungen übernommen und durch zahlreichere und schärfere Maassbestimmungen im Laufe der Jahrhunderte das Gebiet der Wahrnehmungen über die Grenzen der griechischen Erkenntniss hinaus erweitert hatten, war es unabweislich geworden, auch das griechische Gedankenbild weiter zu führen und die Dissonanzen, in welche dasselbe mit der erweiterten Erfahrung zu treten begann, zu lösen.

Schon seit dem 13. Jahrhundert waren diese Zweifel einzelner heller blickender Männer an der Endgiltigkeit der griechischen Darstellungsformen der himmlischen Bewegungen eingetreten, und man hatte mit Vorliebe auf die voralexandrinischen Ahnungen der Pythagoraeer zurückgegriffen, ohne dass man vermocht hätte, für die neuen Wahrnehmungen, insbesondere für die säcularen Veränderungen der Elemente der Planetenbahnen und der scheinbaren Bewegung des Fixsternhimmels umfassendere und zugleich einfachere Gedanken aufzustellen, als die, welche in dem Lehrbuch des Ptolemaeus enthalten waren, und welche bis dahin den Enthusiasmus der spätgriechischen Zeit, der Araber und der beginnenden Cultur des Abendlandes erregt hatten. Es trat nun allmälig eine Krisis ein, welche eine Zeit lang die kräftigsten Geister in Zweifel

und Bekümmerniss versetzte, ob der bisherige Weg der Erkenntniss überhaupt zu Glück und Klarheit führen könne, ob die Werke der Natur so gedacht seien, dass der Mensch hoffen dürfe, bei ihrer Nachgestaltung jene Sicherheit auch nur annähernd zu erreichen, welche ihm die hohe Schönheit des religiösen Weltbildes gewährte.

Einen letzten Versuch kunstvoller Erneuerungen des alten Systems machte Regiomontanus in Nürnberg. Aber trotz der allgemein anerkannten Leistungen dieses eminenten Beobachters und Rechners verlor das alte System zusehends seine Macht über die Geister, die es nur noch durch Schwierigkeiten reizte, nicht mehr durch Einheit der Grundannahmen und einfache Strenge der Folgerungen beglückte. Nicht sofort wurde diese weit verbreitete Stimmung durch das Werk des Copernicus in die überzeugte Zuversicht, dass man auf seinem Wege zu einer besseren Erkenntniss gelangen könne, verwandelt, da die Beweise des Copernicus auf einer ganz ungewöhnlichen Gelehrsamkeit ruhten und zu ihrem Verständniss so ungewöhnliche Kenntnisse verlangten, dass nur eine kleine Gemeinde wahre Erweckungen dadurch erfuhr.

Dazu kam, dass manche erhebliche technische Complicationen und Unwahrscheinlichkeiten der ptolemaeischen Lehre auch von Copernicus unberührt blieben, und dass endlich der vorgehend von mir erläuterte partielle Widerspruch des glänzenden Tycho von Brahe die Entstehung desjenigen Consensus unter den bedeutenderen Fachmännern verhinderte, welcher allein die Laienwelt überzeugen und gewinnen kann.

Am überzeugendsten wirkten für die copernicanische Lehre die Erscheinungen, die Galileis Fernrohr enthüllte, und alsdann die mächtigen Leistungen astronomischer Vorausberechnungen, welche sich auf dem Boden der copernicanischen Lehre nach den Kepplerschen Gesetzen und nach Newtons Lehre von der allgemeinen Anziehung aufbauen liessen.

Es fehlt uns eigentlich an Angaben aus jenen Zeiten, aus welchen uns die Entwicklung der allgemeinen Ueberzeugung von der Richtigkeit der copernicanischen Lehre und der Gewohnheit, in diese sich hineinzudenken, in der gebildeten Welt überhaupt und in dem Schulunterricht insbesondere erhellen könnte. Dass gegen

Anfang des 17. Jahrhunderts selbst so bedeutende Männer wie Baco von Verulam für die Lehre des Copernicus nichts als Kopfschütteln hatten und denselben einen verwegenen Mann nannten, welcher sich nicht scheue, alte begründete Anschauungen zu stürzen, wenn nur seine Rechnungen gut stimmten, muss uns jedenfalls vorsichtig machen, eine unmittelbare Wirkung des Copernicus selbst auf die allgemeine Culturentwicklung anzunehmen. Man wird vielleicht nicht irren, wenn man erst den Beginn des 18. Jahrhunderts als diejenige Epoche setzt, in welcher jene Lehre ihre Stellung in der allgemeinen Geistesbildung und in der kosmischen Anschauung der Menschen so sicher errungen hatte, dass fortan nur armselige Proteste einzelner Sonderlinge dagegen ankämpften.

Immer aufs neue hat sich seitdem die Richtigkeit der copernicanischen Lehre in der Wissenschaft bewährt: jede weitere Entdeckung, jeder weitere Ausbau der Theorie legte Zeugniss davon ab. Auch fehlten direkte experimentelle Nachweisungen nicht. Die genauere Bemessung der Fortpflanzung des Lichtes liess uns in unzweideutigen Wirkungen die Drehung und Umlaufsbewegung der Erde unmittelbar ersichtlich machen; die Bewegung des Foucaultschen Pendels machte uns die Wirkung der Drehung der Erde fast greifbar.

Endlich wurde aber auch die Sonne selbst mit der Erde und dem ganzen Planetensystem zusammen in fortschreitende Bewegung gesetzt auf Bahnen von noch unbekanntem Gesetz, aber in deutlich erkannter Richtung, und in den letzten zwei Jahren eröffnete uns die Analyse der Lichtbewegung sogar die Möglichkeit, alle diese Bewegungen der Erde und der Sonne innerhalb der geheimnissreichen Farbenreihe des Lichtes je nach ihren Geschwindigkeiten wirklich vor die Augen zu bringen.

Fest und unerschütterlich stehen demnach die copernicanischen Grundlagen der menschlichen Kosmologie, und ihre Wahrscheinlichkeit ist eine so hohe geworden, dass zur Zeit wohl kein Erfahrungsbeweis auf Erden damit verglichen werden kann.

Was ist aber über diese Sicherheit hinaus das einzig Dastehende und unvergleichlich Bedeutsame in Copernicus' unwiderleglich gebliebener Durchführung der Lehre von der Bewegung der Erde? Es ist die entscheidende Entwurzelung uralter, unumgäng-

lich gewesener menschlicher Illusionen, es ist die definitive Enthebung der anthropomorphistischen Weltanschauung von ihrer herrschenden Stellung in der grossen Welt der Erkenntniss, es ist die endgiltige Nichtigkeitserklärung alles naturwissenschaftlichen Argumentirens, welches sein Rüstzeug aus den mächtigen Gestaltungen menschlichen Wünschens und Wähnens herholt.

Als die Lehre von der Bewegung der Erde sich zu verbreiten begann, da klagten wohl schwache Seelen, dem Menschen wäre dadurch die Ruhe auf Erden genommen, die Sicherheit und Behaglichkeit unseres Wohnplatzes sei zerstört und in allen Momenten der Beschauung müsse die Seele nunmehr ein Gefühl öden Schwindels befallen.

Was ist danach erfolgt? Mit derselben Heiterkeit und Behaglichkeit bewohnen wir statt der ruhenden Gäa unser stattliches Fahrzeug, mit derselben Weihe der Empfindung sieht man die Sonne emporsteigen und versinken, wie zu den Zeiten kindlichster Deutung der Phänomene, als noch nicht in grandioser Unabhängigkeit über der natürlichen Poesie des Menschenlebens eine Welt von Gedanken lebte, die uns aus Bürgern der Erde zu Bürgern einer viel grösseren Gemeinschaft erhebt.

Und von dieser durch die Naturwissenschaften vollzogenen Sonderung einer weiten Sphäre reinen Erkennens von der engen Sphäre praktischer Forderungen und Bedingtheiten hat endlich in der zweiten Häfte des vorigen Jahrhunderts auch die Philosophie Besitz ergriffen und neben der unvergänglichen Schönheit anthropocentrischer Vorstellungen auch für eine kritische Erkenntniss unseres eigenen Wesens Raum gemacht.

Erst das rechte, freie Verhältniss beider wird der Gemeinschaft der Menschen die wahren Bedingungen der Stabilität verleihen, in welcher die menschliche Empfindung nicht mehr vor der menschlichen Erkenntniss und diese nicht mehr vor jener erzittern wird. Immer aber, in allen Trübungen und auf allen Höhepunkten der Entwickelung wird man mit höchstem Danke preisen müssen den siegreichen Vollbringer des gewaltigen Durchbruchs zum Licht, den Mann freien Geistes, Copernicus!



Wahrheit und Wahrscheinlichkeit

Vortrag

gehalten im wissenschaftlichen Verein zu Berlin am 23. Januar 1875.

Wahrheit und Wahrscheinlichkeit! Muss die Zusammenstellung dieser beiden Worte, welche die tiefsten Fragen der menschlichen Seele wachrufen, nicht befremden, wenn man ihr in dem Thema einer einstündigen Vorlesung begegnet; muss es nicht wunderlich erscheinen, dass ein Astronom, nicht einmal ein Philosoph, es wagen will in vorübereilender Rede auch nur den flüchtigsten Umriss von dem Bilde zu entwerfen, in welchem sich seinem Kopfe das uralte, Seele und Leib ergreifende Problem menschlichen Erkennens malt, ganz zu schweigen von der Möglichkeit unter solchen Darstellungsbedingungen, wie sie hier durch Zeit und Ort gegeben sind, auf diesem Gebiete überhaupt Etwas mehr als persönliche Ueberzeugung und Stimmung darzulegen?

Sei es mir daher zunächst gestattet, der hochgeehrten Versammlung die Versicherung zu geben, dass ich in dieser Stunde nicht aufs Gerathewohl oder gar mit dem unbestimmten Traume, eine ganz neue Welt von Gedanken entdecken zu können, in das weite Meer aller derjenigen Fragen und Probleme hinaussteuern will, welche sich an die Worte „Wahrheit und Wahrscheinlichkeit“ knüpfen, sondern dass ich auf festem naturwissenschaftlichen Grund und Boden angesiedelt bleiben und von einer Welt wohlbekannter Erscheinungen und Gedanken und der Schätzung ihres Werthes und ihres Wahrscheinlichkeitsgrades reden werde.

Eine Betrachtung des Wahrscheinlichkeitsgrades der copernicanischen Lehre wird es nämlich sein, welche den Ausgangs- und den Kernpunkt meiner heutigen Darlegungen bildet.

Ich hätte in mancher Hinsicht vielleicht besser gethan, schon dem Wortlaute meines Themas diese concrete Fassung zu geben, wenn ich mir nicht vom Standpunkte des Naturforschers aus einige kühnere und freiere Ausblicke in das Ganze der menschlichen Wahrheitsschätzungen hätte offen halten wollen, welche mir durch eine begrenztere Fassung des Themas erschwert worden wären. Man

wird mir andererseits entgegenhalten, dass ein Astronom dieser theilnahmevollen Versammlung wohl etwas Interessanteres bieten könne, als die Erörterung einer so alten und, wie man meinen könnte, längst erledigten Streitfrage, wie die Richtigkeit der copernicanischen Lehre. — Niemand sei in dieser Versammlung gegenwärtig, welcher dem Copernicus irgend Etwas anhaben wolle, weshalb ich da nicht lieber solche Fragen auf sich beruhen lassen und die herrlichen Resultate neuester Himmelsforschung zur frohen, aller Grübelei abgewandten Erfassung darbringen wolle?

Möge auf solche Einwürfe der weitere Verlauf meines Vortrages selbst dadurch antworten, dass er auf die belebenden Quellen tieferer Verständigung hinweist, welche gerade aus der Erörterung des wahren Werthes eines grossen Gedankensystems, wie die copernicanische Lehre ist, entspringen können. Sei es mir aber auch gestattet, daran zu erinnern, dass erst wenige Jahre verflossen sind, seit in dieser edlen Stadt, einer Metropole kühnster Kritik, in einem hochansehnlichen Kreise ernster Männer die Frage nach der Wahrheit der copernicanischen Lehre von der Bewegung der Erde wiederum für kurze Zeit auf die Tagesordnung gebracht wurde.

Und während dieser kurzen Trübung, wie der Astronom dieses Wiederauftauchen uralter Bedenken nur bezeichnen kann, wurde wirklich in sehr zahlreichen von Pietät für die grossen Traditionen der Wissenschaft erfüllten Geistern ganz Deutschlands die peinliche Frage geweckt, ob man denn selber gegen solche Angriffe auf die, seit dem Beginne des 18. Jahrhunderts für unumstösslich gehaltenen Lehren der Astronomie aus eigener Ueberzeugung hinreichendes Rüstzeug beibringen könne, und wie man überhaupt solchen durch ihre Verwegenheit irre machenden Zweifeln entscheidend antworten solle.

Ich kann sogar aus jener naheliegenden Vergangenheit mittheilen, dass die hiesige Sternwarte damals aus allen Theilen Deutschlands mit Briefen bestürmt wurde, in welchen man uns um die Ausgabe einer Anweisung zum Disputiren gegen die Angriffe der Finsterniss, wie man es nannte, dringlichst bat und das Schweigen der Astronomen geradezu so charakterisirte, als ob die Führer eines

waffenentwöhnten Volkes dasselbe schutzlos den Angriffen höchst wehrhafter Eindringlinge preisgäben.

Ohne Uebertreibung kann ich sagen, dass die Symptome, die uns damals entgegentraten, eine weitverbreitete Verzagtheit und Unsicherheit sogar lehrender Männer unter der grossen Menge derer aufzeigten, welche sonst mit so sicheren und hohen Worten das Banner der Wahrheit und Grösse der Naturwissenschaften emporhalten.

Die Astronomen schwiegen, weil die ganze Bewegung den Charakter einer derjenigen Erregungen trug, welche nicht unmittelbar mit lehrenden Worten zu heilen sind, sondern tiefer und ruhiger an ihren Wurzeln erfasst werden müssen, ohne dass man sich durch augenblickliche Symptome zum Eingreifen bewegen lassen darf.

Seitdem ist wirklich jener Angriff und jener Nothschrei fast spurlos vorübergegangen. Kaum hat man in der Oeffentlichkeit eine Erinnerung daran, und Manchem wird jetzt schon die eben gegebene Schilderung wie eine Mythe aus grauen Zeiten geklungen haben.

Die heitere Grossmuth, mit welcher damals von den Astronomen geschwiegen worden ist, würde aber träge Gleichgiltigkeit gescholten werden müssen, wenn die damals von ihnen gemachten Wahrnehmungen über die schmerzlichen Unsicherheiten sehr verbreiteter Urtheilsbildungen ihnen keinen ernsten Antrieb zurückgelassen hätten, ihrerseits zu gewissen Klärungen beizutragen, sobald jene zelotische Trübung geschwunden und vielleicht erhöhte Empfänglichkeit danach eingekehrt sein würde.

Es dürfte in der That von hoher Bedeutung nicht sowohl innerhalb der Wissenschaft, als vielmehr für die Verständigung und den Frieden unter den Menschen sein, dass man endlich anfängt, über das Wesen der naturwissenschaftlichen Erkenntniss und den Wahrscheinlichkeitsgrad ihrer Resultate, sowie über den Unterschied zwischen ihr und der selbstgewissen Wahrheit jener hochbedeutsamen Weltgestaltung, welche aus den unvergänglichen Wohl- und Wehempfindungen des ganzen menschlichen Organismus heraus aufgebaut worden ist, zur Anerkennung gewisser einfacher und ruhiger Festsetzungen zu schreiten.

Nur durch solche kann man auf diesem Gebiete in dem unent-

behrlichen und gesunden Streite der Meinungen einigermaassen davor bewahrt werden, immer aufs neue in elementare Ungewissheiten zu gerathen, wie man sie auf dem Gebiete der sittlichen und Rechtsverhältnisse schon seit Jahrtausenden nicht mehr duldet, seitdem es z. B. auf letzterem Gebiete nicht mehr zulässig ist, in einem Processverfahren, welches Eigenthumsverhältnisse betrifft, den Begriff des Eigenthums selbst, etwa nach der Formel „Eigenthum ist Diebstahl", jedesmal mit advocatischem Belieben wieder in Zweifel zu ziehen.

Ich will es versuchen, in möglichst unbefangener Prüfung des Wesens von Wahrheit und Wahrscheinlichkeit, wie dasselbe vom Standpunkte des Naturforschers, erläutert an dem Beispiel der copernicanischen Lehre und ihrer Gegenlehre, sich darstellt, einen kleinen Beitrag zu solchen Begrenzungen und Verständigungen zu liefern.

Wenn dabei meine Darstellung stellenweise Subtilitäten berühren wird, welche auf den ersten Blick öde und unnöthig erscheinen könnten, so bitte ich zu bedenken, dass auf diesem so streitigen Gebiete eine Verständigung schwer erreicht wird, wenn man nicht bis zu denjenigen einfachsten Erscheinungen hinabsteigt, in deren Erfassung kaum eine Verschiedenheit möglich ist. —

Es ist nicht möglich in einer knappen Definition alles dasjenige zusammenzufassen, was der Sprachgebrauch mit dem Namen „Wahrheit" bezeichnet.

Ein wesentliches Hemmniss in dem Entwickelungsgange psychologischen Verständnisses ist es von jeher gewesen, dass man meistens sofort nach den höchsten und umfassendsten Abstractionen gesucht und das überraschend productive Verfahren verschmäht hat, mit welchem die Naturerkenntniss so tüchtig vorangekommen ist, nämlich die Verzichtleistung auf absolute Lösungen und die allmälige Zurückführung sehr schwieriger Probleme auf immer einfachere, d. h. auf systematische Ausdrucksformen, deren einzelne Elemente in gewissem Sinne auch noch problematisch, aber doch aus dem Gefüge von durchsichtigeren und bekannteren Erscheinungen hergenommen und wenigstens untereinander nach erprobten Folgerichtigkeiten verknüpfbar sind.

In diesem Sinne kann man psychologische Deutungen mit einigem Glücke an die bekannteren Erscheinungen der Tonwelt anknüpfen, wie es ja schon die Harmoniker unter den Griechen gethan haben.

Wir werden z. B. einer sehr förderlichen Deutung des Wesens der Wahrheit nahekommen, wenn wir, so trocken und schulmässig es klingen mag, als den Kern aller Bewusstwerdungen, aus welchen sich der Begriff der „Wahrheit" aufgebaut hat, diejenigen seelischen Processe betrachten, bei welchen ein einzelnes Erscheinungselement oder eine Reihe von verhältnissmässig wenigen Erscheinungselementen viel grössere Reihen von andern Erscheinungen in unserm Bewusstsein wachruft, ohne dass dabei in unserm Empfinden eine Dissonanz, ein Bewegungswiderstreit von einem gewissen Grade der Merklichkeit entsteht.

Auf elementaren seelischen Vorgängen ähnlicher Art, aber geringen Umfanges beruht im Wesentlichen unsere ganze Begriffs- und Urtheilsbildung.

Verständlicher wird diese ganze Deutung, wenn wir uns vergegenwärtigen, dass es im Wesentlichen zwei gesondert zu betrachtende Arten von Erscheinungen im Bewusstsein giebt.

Schon die ältesten Philosophen haben solche Unterscheidungen gemacht, indem sie die Welt der Phaenomena und der Noumena unterschieden, oder die Welt des im eigentlichen Sinne Erscheinenden und die Welt der im Denken geschaffenen oder geformten Gebilde.

Halten wir den Ausdruck „Erscheinen" für das Auftreten beider Arten von Regungen im Bewusstsein fest, so werden wir beide Gebiete am besten charakterisiren durch die unterscheidenden Bezeichnungen „sinnliche und seelische Erscheinungen im Bewusstsein".

Die erstere Bezeichnung umfasst alle Vorgänge im Bewusstsein, welche unmittelbar von den Flächen, mit denen unser Organismus an die umgebende Welt grenzt, empfangen und von dort durch directe Leitungen unserm Bewusstsein zugeführt werden, sei es durch den Tast- und Wärmesinn, welcher die gesammte Begrenzungsfläche unseres Organismus, wenn auch an verschiedenen Stellen in verschiedener Feinheit und Empfindlichkeit, nach der Aussenwelt

hin offen hält, sei es durch die anderen, örtlich begrenzteren aber dafür feiner und dichter organisirten Nervenflächen, welche in den anderen Sinnen den Vorgängen und Einwirkungen der Aussenwelt dargeboten werden.

Ob die Wirkungen, welche durch diese von aussen kommenden Anregungen in einem Centrum der von den Sinnesflächen kommenden Nervenleitungen hervorgebracht werden, mehr oder weniger zutreffende Abbilder derjenigen Vorgänge der Aussenwelt sind, welche jene Bewegungen veranlasst haben, ist zunächst nicht erheblich; es genügt, dass zwischen der Art der nach dem Durchgange durch die Sinnesflächen innen im Bewusstsein angeregten Erscheinungen und den dieselben anregenden Vorgängen der Aussenwelt gewisse feste oder wenigstens nur in geringem Grade veränderliche Beziehungen obwalten.

Auf Grund solcher fester Beziehungen, welche von Organismus zu Organismus verschieden sein können, deren Uebereinstimmung in den wesentlichen Punkten aber den Kern der ganzen menschlichen Gemeinsamkeit bildet, entsteht nun allmälig ein geordnetes und entwickelungsfähiges Verhältniss des menschlichen Bewusstseins zu den aus der Aussenwelt in dasselbe gelangenden sinnlichen Erscheinungen.

Nach der tiefen und fruchtbaren Lehre von der Erhaltung der Kraft geht keine Bewegungserscheinung oder Aeusserung einer Kraft spurlos verloren, sondern, wenn sie scheinbar verloren geht, weist die tiefere Ergründung durch feine Messungen nach, dass sie sich nur in Bewegungserscheinungen von anderer Art, aber mit Erhaltung derselben Summe der Wirkungen verwandelt hat, wie sich z. B. gröbere Stösse in eine sehr grosse Zahl kleiner Erzitterungen auflösen können.

Schickt die Sonne ihre Lichtwirkung auf eine weisse Fläche, so wird diese Wirkung zum grössten Theil unmittelbar so zurückgegeben, dass die weisse Fläche selbst gewissermassen zu einer neuen Verausgabungsquelle dieser eben empfangenen Lichtwirkung wird.

Fällt dieselbe Summe der Lichtbewegungen unter übrigens gleichen Umständen auf eine andere Fläche von bedeutend geringerer Fähigkeit, das Licht nach aussen zurückzuwerfen, so wird der grössere

Theil der Lichtwirkung, dessen scheinbares Verlorengehen nun in dem dunkleren Aussehen der Fläche angezeigt wird, nicht vernichtet, sondern innerhalb des von dieser dunkleren Oberfläche begrenzten Körpers nur in andere Arten von Bewegungen, z. B. in solche, welche die Sinnesorgane der allgemeinen Grenzfläche unseres Organismus als Wärme empfinden, verwandelt.

Aehnliche Vorgänge muss auch der menschliche Organismus erfahren, da derselbe einschliesslich seiner gesammten Seelenwelt zu der umgebenden Natur und ihren Gesetzen in tiefer Verwandtschaft und Wechselwirkung gedacht werden muss.

Alle die intensiven und feinen Kraftäusserungen, welche die umgebende Aussenwelt durch die Medien der Sinnespforten in die Tiefe unseres Seelenorganes hineinströmt, können dort nicht spurlos verschwinden, ohne weitere Wirkungen anzuregen, sondern sie können nur in Erscheinungen anderer Art verwandelt werden, welche, wenn wir die Summen der uns von aussen unablässig zu Theil werdenden Kraftäusserungen in richtige Erwägung ziehen, allmälig sogar zu grosser Intensität anwachsen müssen.

Man könnte meinen, dass ähnlich wie bei dem Beispiele, welches ich soeben von dem scheinbaren Verschwinden von Lichtwirkungen und der Wieder- und Weitergabe derselben als Wärmewirkungen anführte, die scheinbare Absorption so vieler sinnlicher Erscheinungen im menschlichen Organismus eine der Quellen seiner animalischen Wärme bilden könnte.

Die hauptsächlichen Quellen der Wärme des Organismus sind jedoch viel gröberen und mächtigeren Ursprunges, sie entstehen nicht aus den Bewegungserscheinungen der Aussenwelt, sondern, um es kurz zu sagen, aus der Athmung und der Nahrungsaufnahme. Trotz des Ueberwiegens dieser Quelle der Wärme des Organismus ist es jedoch nicht auszuschliessen, — und wir werden im Laufe der Darlegungen auf gewisse Symptome zurückkommen, welche der Organismus in dieser Beziehung bietet, — dass auch die Innenwirkungen der durch die Sinne vermittelten Kraftäusserungen der Aussenwelt, welche in dem Centrum unserer sinnlichen Aufnahmen, dem Bewusstsein, gewissermaassen gesammelt werden, unter Umständen durch Vermittelung besonderer Theile des Nervenapparates

Wirkungen hervorbringen, welche zu Veränderungen der Wärmevertheilung im Organismus den Anlass geben.

Jedenfalls werden sie, besonders im Alter des Menschen, nicht ganz ohne Antheil an der Erhaltung der mächtigen Schwingungen sein, welche in rastloser Periodicität den Kern aller Lebenserscheinungen unseres Organismus bilden.

Dem wesentlichsten Theile jener nach dem Durchgange durch die Sinnesflächen des Organismus scheinbar verschwindenden Kraftäusserungen der Aussenwelt werden wir aber in einer Welt von Erscheinungen wiederbegegnen, die wir in vergangenen Zeiten gewohnt gewesen sind, als etwas völlig unmaterielles und den Gesetzen der Natur enthobenes zu betrachten, von denen uns aber eine consequente Durchbildung der Lehre von der Erhaltung der Kraft und von den Wechselverwandlungen der Erscheinungen immer heller ahnen lässt, dass sie mit dem Wesen der feinsten und zugleich mächtigsten Kraftäusserungen der Aussenwelt innige Verwandtschaften haben, nämlich die Erscheinungen des Denkens.

Von aussen angeregt durch die Sinneserscheinungen im Bewusstsein tritt allmälig in immer höherer Intensität als der besondere Kraftvorrath, den die Gemeinschaft der menschlichen Organismen wie in gewissen Brennpunkten sammelt, in welchen sich die Strahlen der Aussenwelt vereinigen, die Welt der inneren Erscheinungen, die Gedankenwelt, an das Licht des Bewusstseins und in die Reihe der Weltwirkungen.

Wenig oder gar nichts wissen wir von der Art, wie diese Verwandlungen der Erscheinungen in den geheimnissvollen Bezirken des Seelenorganes zu Stande kommen. — Wir müssen jedoch annehmen, dass dasselbe die Fähigkeit hat, die von aussen angeregten Bewegungen etwa in gewisse Formen stehender Bewegung oder in gewisse Vorräthe von Spannung zu verwandeln, jedenfalls dieselben in einer eigenthümlich zarten und beweglichen Anordnung zu bewahren, ja noch mehr, unter der beständigen Vermehrung, welche der Vorrath dieser Bewegungen und Spannungen in Folge des beständigen Neueinströmens von Kraftäusserungen durch die Sinne erfährt, beständig nach neuen Anordnungen zu suchen, und zwar nach immer neuen Anordnungen solcher Art, welche dem schwer

zu deutenden, aber unleugbar vorhandenen Drange des ganzen Organismus nach der höchsten Summe reinen Wohlgefühls in jedem Zeitpunkte am besten entsprechen.

Wollen wir wieder ein Bild aus der Tonwelt entnehmen, so können wir dieses Wohlgefühl als grösstmögliche Harmonie bezeichnen, und diess wird vielleicht hier nichts anderes bedeuten als die Erhaltung des grösstmöglichen Kraftvorrathes und der möglichst günstigen Form der Verausgabung desselben an die Bedürfnisse der Innenwelt und an die Ausgleichungen mit der Aussenwelt.

Die Fähigkeit der Seele Sinneserscheinungen zu bewahren, welche entweder in Folge der Wandlungen der sie anregenden Vorgänge der Aussenwelt selbst oder in Folge von Abwendungen und Verschliessungen der Sinnesflächen nur vorübergehend unmittelbares Dasein im Bewusstsein haben, die Fähigkeit solche vorübergehende Erscheinungen in die Tiefen des Seelenorganes aufzunehmen und dort in andauernde Gebilde zu verwandeln, ist das Gedächtniss.

Die Fähigkeit und Neigung der Seele, diese dauernden Gebilde unabhängig von der Zeitfolge des sinnlichen Erscheinens, dem sie ihre Entstehung in der Innenwelt verdanken, nach gewissen Verwandtschaftsgraden anzuordnen, jede neu ankommende Sinneserscheinung in die vorhandenen Gebilde einzuordnen und die durch jede derselben bedingten Aenderungen des Gleichgewichtszustandes der innern Welt bis zur Erreichung eines neuen Gleichgewichtszustandes oder bis zur Harmonisirung durchzuführen, diese Fähigkeit ist der Verstand. —

Die Annahme zweier solcher Eigenschaften des Organismus genügt, um in der, — wie wir allerdings gestehen müssen, — auch noch mehr oder weniger bildlichen aber dennoch als höchst förderlich erwiesenen Sprache der neueren Bewegungslehre das Ganze der menschlichen Erkenntnissentwickelung auszudrücken.

Zur Vervollständigung dieser Grundlagen dürfte nur noch hinzuzufügen sein, dass Vermehrungen und Gleichgewichtsänderungen der im Seelenorgane entwickelten Gebilde nicht nur durch das Eindringen immer neuer Wirkungen von den Grenzflächen unseres Organismus her bedingt werden, sondern auch hervorgehen können

aus denjenigen inneren Bezirken unseres Organismus, welche in mancher Beziehung für die Seelenwelt auch als Aussenwelt zu betrachten sind, mit dem Unterschiede jedoch, dass zwischen den seelischen Erscheinungen und diesen zu der Oekonomie des Einzelwesens gehörigen Erscheinungen des Organismus, von denen manche sich fast unabhängig von der vorherigen Kenntnissnahme und Einwirkung des Seelenlebens zu vollziehen scheinen, unmittelbarere und deutlichere Wechselwirkungen bestehen, so dass die Einwirkungen des übrigen Organismus in gewisser Beziehung zu den fundamentalen Bedingungen der unablässigen inneren Ausgleichungen der vorhandenen Kraft- und Bewegungsvorräthe mitzuzählen sind.

Diess gilt um so mehr, als jedenfalls ein Theil der durch die Sinnespforten empfangenen Kraftäusserungen der Aussenwelt durch die Innenwege des ganzen Organismus und durch seine rückwirkenden Kraftäusserungen nach der Aussenwelt wiederum zur Verausgabung gelangt.

Jedesmal, wenn sich eine in das Bewusstsein getretene Sinneserscheinung leicht und zwanglos in eine Gruppe vorhandener Gebilde einordnet und danach einen verhältnissmässig schnellen und einfachen Ablauf der Gleichgewichtsstörungen bedingt, scheint der Organismus in dem vergleichenden Bewusstwerden dieses gesicherten und leichten Verlaufes der neuen und reicheren Anordnung ein gewisses Wohlgefühl zu empfinden.

Die neue Erscheinung ist alsdann zu gewissen Gruppen von Gebilden oder Vorstellungen friedlich gesellt, welche aus der Summation und Verwebung ähnlicher früher empfangener Sinnesanregungen oder aus der Festhaltung und dauernden Nachbildung gewisser wiederholt eingetretener Folgereihen verschiedener Sinneswahrnehmungen hervorgegangen sind, mit anderen Worten, sie ist begriffen, ist dem Reiche der Begriffe, der Begriffsverbindungen, der Urtheile und Ideen einverleibt.

Natürlich wird dieser Ablauf der Vorgänge unter vergleichsweise um so geringerem Wohlgefühle erfolgen, je geringer die Anzahl und Intensität der in der Seele bereits entwickelten Gebilde überhaupt, und je geringer die Anzahl derjenigen bereits vorhan-

denen Gebilde ist, welche bei dem ganzen Vorgange in Mitleidenschaft gezogen werden.

In niederen Organismen oder erst in der Entwickelung begriffenen höhern ist entweder die bewahrende Eigenschaft — das Gedächtniss — oder die harmonisirende Anlage — der Verstand — derartig geringer entwickelt, dass entweder zahlreiche Sinnesanregungen scheinbar in der Seele spurlos vergehen, d. h. in sofortiger elementarer Rückwirkung gegen die Aussenwelt z. B. als sofortige Muskelthätigkeit in Beziehung auf den wahrgenommenen Gegenstand weiter gegeben werden, oder dass andererseits selbst tief und fest Bewahrtes, wie es bei dem mitunter sehr bedeutenden Gedächtnisse gerade weniger entwickelter Organismen geschieht, starr und verbindungslos nebeneinanderliegt, zu harmonisirender Fortentwickelung wenig oder gar nicht getrieben wird, sondern höchstens in vereinzelter, den getrennten Kraftvorräthen entsprechender Muskelthätigkeit scheinbar ganz willkürlich zu Tage kommt.

In solchen Fällen also tritt entweder wohlfeile und schnelle Befriedigung oder aufgesparte aber stossweise und jähe Rückwirkung gegen die Aussenwelt ein.

In höher entwickelten Organismen dagegen entfaltet sich allmälig aus der Wiederkehr vollendeter Anordnungen der von aussen oder aus den entfernteren Bezirken des Organismus selbst gekommenen Bewusstseinsanregungen ein höheres Gesammtbild der Erinnerung, nicht von anderer Qualität als die Wohlempfindungen, welche bei jeder einzelnen neuen Herstellung verhältnissmässigen Gleichgewichtes zum Bewusstsein kommen, sondern blos dem Grade und der Weite nach von ihnen verschieden, eine immer höhere und umfassendere Summe von Wohlempfindungen, und diese hohe Wohlempfindung ist die Wahrheitsempfindung.

Diese mächtige Empfindung erreicht endlich ihren höchsten Gipfel in den Fällen, in welchen die Verstandesarbeit des menschlichen Inneren sogar die Vorausbestimmung der Aussenwelt mit Erfolg wagt, mit andern Worten in allen denjenigen Fällen, in welchen die Natur hält, was der Geist verspricht, und kein reineres und vollkommener durchgeführtes Beispiel dieser Wahrheitsempfindungen ist bis jetzt der Menschenwelt geglückt und dargeboten, als die

tägliche und stündliche Bestätigung, mit welcher die Natur den richtigen Kern der schlichten und mächtigen Prophezeiungen besiegelt, die aus den hochentwickelten Ideengebilden der copernicanischen Astronomie hervorgehen.

Betrachten wir in Kürze die Möglichkeit einer solchen übereinstimmenden Entwickelung des Verlaufes seelischer Arbeit und natürlicher Vorgänge im fernsten Raume der Aussenwelt.

Würde die in der Aussenwelt Anklänge suchende Gesammtheit von seelischen Gebilden stets nur durch Anregungen, welche durch die Sinnesflächen von aussen in das Bewusstsein gelangt sind, zu der Verstandesarbeit der Ausgleichung getrieben, so würde es nur kümmerlich und langsam mit der Entwickelung jener Beziehung unserer Seele zu den mächtigen Erscheinungen der äussern Umgebung vorwärts gehen.

Nur öde Sammelbegriffe und, wenn es hoch käme, schematische Systeme und Eintheilungen, etwa ein Vorrath von bruchstückweisen Folgereihen der Erscheinungen ohne inneren Zusammenhang, würden aus einer solchen Beschaffenheit der Arbeit der Seele entstehen, mit einem Worte dasjenige, was man Empirie oder rohe Erfahrung nennt.

Verfeinerte Organismen haben jedoch die hohe Gabe, aus einem begrenzten Materiale von sinnlich angeregten Erscheinungen des Bewusstseins in stetiger Folge von Vergleichungen und unablässig variirenden Verbindungen derselben reichere und reinere Beziehungen zwischen diesem Sinnesmateriale zu entwickeln, als die Aussenwelt selbst dargeboten hat und jemals unmittelbar darzubieten vermag.

Solche seelische Organisationen vermögen es alsdann dieser edlen Arbeit den nöthigen Frieden und Schutz vor dem unablässigen Weitergehen der äusseren Anregungen zu geben, indem während jener Arbeit nach einem merkwürdigen Gesetze des Bewusstseins die Neigung und die Fähigkeit eintritt, jene unablässigen Anregungen von aussen zeitweise unbeachtet durch das Bewusstsein ziehen zu lassen.

Tiefere Bemessungen der Bewusstseinserscheinungen haben nämlich die Thatsache ergeben, dass das Bewusstwerden einer Erschei-

nung nicht von der absoluten Grösse der Kraftäusserung oder physiologisch ausgedrückt, „des Reizes,“ mit welchem sie auftritt, sondern nur von dem Verhältnisse desselben zu der Grösse der andern im Bewusstsein nahezu gleichzeitig vorhandenen Bewegungen abhängt. Hierdurch wird es erklärlich, dass, wenn bei intensiver Harmonisirungsarbeit der vorhandenen Gebilde, also bei tiefem Nachdenken eine grosse und umfassende Bewegung in der Seele lebt, oft die stärksten sinnlichen Anregungen, wie wir alle aus zahlreichen Erfahrungen wissen, nicht zum Bewusstsein kommen.

Und diese Erscheinung hat bekanntlich auch eine eminent sittliche Bedeutung, indem sie in der Steigerung der Denkarbeit das sicherste und mächtigste Mittel nachweist, um einestheils von den zahllosen Dissonanzen oder sogenannten Schmerzen, welche uns insbesondere die unablässigen Störungen der verwickelten Einrichtung unseres Organismus bereiten, andterntheils von dem auflösenden Drange nach übermässiger Wiederholung sehr einfacher Wohlgefühle möglichst wenig über die Schwelle des Bewusstseins gelangen zu lassen, eine optimistische Auffassung, welche den besonderen Werth hat, dass sie im tiefsten Grunde in Uebereinstimmung ist mit dem Wahrheitskern der ödesten Lehren des Pessimismus, während sie selbst doch einen ganz anderen nichts weniger als öden Hintergrund hat.

Wohin aber — könnte ferner episodisch gefragt werden — gerathen nun jene, in dem mit starker Denkarbeit beschäftigten Bewusstsein scheinbar spurlos verwehenden Kraftäusserungen der Aussenwelt? Hierzu bemerke ich, dass man noch weit entfernt davon ist, in dieser allgemeinen Anschauungsweise der psychischen Prozesse alle Consequenzen erschöpft und geprüft zu haben, dass aber auch hier gewisse Selbstbeobachtungen zu annähernden Deutungen zu gelangen vermögen.

Es ist z. B. möglich, dass gewisse bei tiefem Nachdenken im Organismus auftretende Anregungen zu Aenderungen der Wärmevertheilung ähnlich zu betrachten sind, wie die Erscheinungen, welche auftreten, wenn wir überraschende und verwirrende, kurzum solche Wahrnehmungen machen, welche den Gleichgewichts-

zustand der seelischen Gebilde stark und plötzlich oder andauernd stören.

In allen diesen Fällen handelt es sich um solche Widerstreite von inneren Bewegungen und äusseren Anregungen, welche nicht zur sofortigen Ausgleichung im Bewusstsein gelangen können.

Kehren wir zu der vorangehend begonnenen Schilderung der Denkarbeit zurück, welcher wir die sinnvolle Verfeinerung des Erfahrungsmateriales und zwar zu höheren Gebilden, als uns selbst die verfeinertste Erfahrung darbietet, verdanken.

Hier ist in erster Linie die Mathematik zu nennen.

Aus einem sehr begrenzten und elementaren Materiale von Anschauungen, welche durch die Sinne dem Bewusstsein geboten wurden, hat die mathematische Denkarbeit allmälig eine Fülle hoch entwickelter Idealgebilde geschaffen, indem sie zunächst die Elementar-Anschauungen durch Vergleichungen und Verbindungen derselben untereinander von dem Unreinen löste, welches ihnen von der Aussenwelt her durch die Mischung mit zahlreichen Nebenwirkungen stets anhaftet.

Auf Grund der so erworbenen reineren Bilder der einfachsten Formen, für welche unter anderm auf figürlichem Gebiete gewisse bereits in strengerer Einfachheit erscheinende Naturgebilde, z. B. die Geradlinigkeit der Lothrichtung, der Horizontkreis, die Himmelswölbung ein geeignetes Anwendungsfeld darboten, hat sie alsdann durch unablässigen Aufbau aus den einfachsten Elementen, durch rastlos arbeitende systematische Wiederauflösung und veränderte Zusammenfügung der aufgebauten Gebilde eine immer bedeutsamere Welt neuer, vorher noch nicht angeschauter Gebilde geschaffen und zwar in Folgereihen von unbestreitbarer Richtigkeit, weil in ihrem tiefsten Gewebe auf einem Ineinander und Nebeneinander von Identitäten beruhend, welche sich von einer unergründlichen Fruchtbarkeit für das Verständniss immer complicirterer Gebilde der sinnlichen Erscheinungen ergeben haben. —

An die Stelle schwerfälliger Wiederholungen der elementarsten Verstandesoperationen, nämlich der wiederholten Aneinanderreihung identischer Gebilde oder des Zählens und Zusammenzählens wurden tabellarische Zusammenfassungen gesetzt, Multiplikationstafeln an

Stelle schwerfälligster Wiederholungen von Additionen, Logarithmentafeln an Stelle schwerfälligster Multiplikationen u. s. f.

Wiederholungen der einmal vollständig und sicher ausgeführten mühseligen Elementaroperationen wurden hiedurch in alle Zukunft hin erspart, so dass in derselben Weise, wie die einzelnen durch die Sinne eindringenden Bewegungen in die Kraftvorräthe des Denkens verwandelt werden, die Einzelarbeiten des Zählens u. s. w. in den Kraftvorräthen eines immer mächtiger entwickelten mathematischen Apparates zur andauernden Aufspeicherung gelangen.

Und hierdurch sind dem Denken der Menschen ähnliche Verstärkungen der Einzelkräfte geschaffen worden, wie ihren einzelnen Sinnesorganen geboten werden durch eine immer feinere gesetzmässige Trennung der meist in trübem Gemische eindringenden Wirkungen der Aussenwelt.

Wiederholt hat in jene rein seelische Entwickelung die Aufnahme neuer Erscheinungen durch die geschärften Sinne belebend hineingespielt, indem die Sinneserscheinungen immer neue Probleme stellten, welche die Seelen der Menschen zu immer erneuter Denkarbeit bewegten.

Im Wesentlichen aber ist jener Wunderbau der Mathematik auf den einfachsten aus der elementaren Sinneserfahrung fast unbewusst gewonnenen Grundannahmen fussend, in völlig durchsichtiger, überall streng zu kontrolirender Weise durch rein seelische Vorgänge erwachsen.

Solange es sich um die Einordnung rein mathematischer Einzelgebilde in grössere Reihen von ebenfalls rein mathematischen Gebilden handelt, sind die Uebereinstimmungen, welche hier zum Bewusstsein kommen, ihrem tiefsten Wesen nach Identitäten, und wenn wir das Wesen der Wahrheit zum Unterschiede von der Wahrscheinlichkeit vorläufig darin setzen, dass in ihr nicht blos jeder relativ merkliche, sondern überhaupt jeglicher Widerstreit der Bewegungen, jede Dissonanz umfassender Gruppen von Gebilden mit einzelnen beliebigen Elementen verschwindet, so haben wir hier die volle Wahrheit. Aber sie ist auch nur Uebereinstimmung in sich gleichartiger d. h. nur innerer seelischer Gebilde untereinander, und das Frohgefühl der Uebereinstimmungen

ist daher hier in der Regel nur ein begrenztes, wie mächtig auch immer die Resultate der Denkarbeiten sind, zu welchen schon das Innewerden solcher identischen Uebereinstimmungen treibt und wie innig und einzig beglückend auch die Freude an denselben in einzelnen besonders begabten Organismen anschwellen mag.

Viel tiefer und ergreifender wird von den meisten Menschen das Eintreten von solchen Uebereinstimmungen empfunden, welche sich zwischen den Erscheinungen aus der Sinnenwelt und den Erscheinungen der Seelenwelt im Bewusstsein ergeben, wenn sich mit Hilfe mathematischer Entwickelungen aus den Einzelheiten vergangener Sinneserscheinungen grosse Systeme seelischer Gebilde entfaltet haben, welche sodann im geeigneten Zeitpunkte mit neuen Sinneswahrnehmungen zusammentreffen, wenn dann die Seele in diesen neuen Boten der Aussenwelt dieselben wohlbekannten Züge erkennt, zu deren Voranschauung sie bereits auf dem Wege reinster innerer Entwickelung gelangt ist, und wenn endlich diese Gesandten der Aussenwelt wie im Triumphe eingeführt werden in die innere Welt als Zeugen und Bürgen dafür, dass auch zwischen dem Werden und Bewegen da draussen bis in unendliche Fernen und dem Werden und Bewegen im stillen Bereiche der Seele tiefe Uebereinstimmungen der Bedingungen obwalten, welche der Seele ein tiefes Verwandtschafts- und Heimathsgefühl auch zu der mächtigen, den Menschen oft so gewaltig niederdrückenden Aussenwelt erwecken, ja sogar Macht über dieselbe geben.

Zur vollen und unbedingten Uebereinstimmung im Sinne der Identität kann dagegen selbst dieser höchste Grad der Einordnung sinnlicher Erscheinungen in die seelischen, oder kann diese erkennende und leitende Beziehung der Seele zur Aussenwelt nicht werden.

Zunächst können, wie wir bereits vorgehend andeuteten, die Sinneserscheinungen im Bewusstsein uns von dem Wesen auch nur derjenigen Flächen der Aussendinge, von denen sie uns zugesandt werden, unmittelbar keine erschöpfende Kunde geben, und wir müssen uns also dabei beruhigen, dass bei normalen Sinnen und normalem Seelenzustande zwischen den wirklichen Vorgängen der Aussenwelt und den von ihnen mittels der Sinnesflächen und Nerven-

leitungen angeregten Vorgängen in unserem Bewusstsein nur nahezu feste und regelmässige Beziehungen bestehen.

Ferner liegen bei den von aussen angeregten Vorgängen im Bewusstsein meistens Phänomene sehr verschiedener Art übereinander, die wir unmittelbar nicht zu trennen vermögen. Zum Beispiel ist es eine wesentliche Erschwerniss der astronomischen Erkenntniss, dass sich zu den Veränderungen derjenigen Lichteindrücke, welche uns von einem leuchtenden Körper gesendet werden, diejenigen Veränderungen der Lichtbewegung hinzufügen, welche durch die Bewegungen und Dichtigkeitsveränderungen der zwischen dem leuchtenden Körper und dem Auge liegenden Luft hervorgerufen werden, Veränderungen, welche in zahllosen Fällen ganz ohne jede einfache Beziehung zu den Veränderungen der Lichtwirkungen des leuchtenden Körpers selbst sind. Aber selbst wenn uns durch die Sinne ganz reine Wirkungen aus einem in sich gleichartigen Gebiete von aussenweltlichen Bedingungen zugingen, würden sie in den Sinnen und in den Leitungen zum Bewusstsein, sowie im Bewusstsein selbst erheblichen Gefahren der Trübung und Verfälschung unterworfen sein.

Auch in den Sinnesorganen und den Nervenleitungen arbeiten unausgesetzt zahllose Reizungen, welche von den Bedingungen des ganzen Haushaltes des Organismus z. B. von der Blutbewegung ausgehen, die u. A. viele feine Lichtreize auf der Netzhaut des Auges überwallt oder trübt; und im Bewusstsein erst recht begegnen jeder neuen Sinneserscheinung die unablässig arbeitenden inneren Bewegungen, welche aus der erinnernden Bewahrung vergangener Sinneserscheinungen und aus den unablässig harmonisirenden Einordnungen derselben hervorgehen. Da nämlich bei lebhaften Bewegungen des Denkens die Sinneserscheinungen mitunter gar nicht zum Bewusstsein kommen, wird sich noch viel häufiger der Fall ereignen, dass die Sinneserscheinungen sofort bei ihrem Auftauchen im Bewusstsein durch die Gegen- oder Nebenwirkungen vorhandener stehender Gebilde von grösserer Mächtigkeit abgelenkt und umgebildet werden.

Weiss doch jeder aufmerksame und kritische Beobachter im Gebiete der messenden Wissenschaften, dass er in Zeiten, in welchen

er im Allgemeinen tieferer Gedankenarbeit lebt, niemals mit der höchsten ihm sonst erreichbaren Präcision beobachten kann. Für die allergefährlichsten dieser Trübungen unserer Beziehungen zur Aussenwelt, nämlich für die zahllosen Fälle, in welchen eine in der Seele entstandene Theorie oder Ueberzeugung neue mit ihr dissonirende Erfahrungen unterdrückt oder nur in getrübtem, verstümmeltem und bereits für die vorhandenen seelischen Gebilde zubereiteten Zustande zur Einordnung in diese Gebilde zulässt, haben nun die sogenannten exacten Wissenschaften unter Zugrundelegung reiner mathematischer Gedankengebilde ein methodisch überaus wichtiges Verfahren ersonnen, welches ihnen eigenthümlich und charakteristisch ist.

Sie verstatten keiner Sinneserscheinung im Bewusstsein die Einordnung in theoretische Entwickelungen, wenn die Erscheinung nicht mit einer mathematischen Legitimation begleitet ist, welche möglichst gleichzeitig mit derselben im Bewusstsein auftritt und mit welcher in Folge dessen sofort beim Eintrite in das Bewusstsein die Sinneserscheinung innig verwebt wird.

Gewisse Idealgebilde der Mathematik —, das einfachste derselben ist z. B. der Linearmaassstab, d. h. eine gewisse Folgereihe absolut identischer geradliniger Strecken, — werden zunächst in möglichster Reinheit in der Aussenwelt selbst materiell verwirklicht.

Niemals zwar gelingt es, aus körperlichen Gebilden einen solchen Maassstab seinem Idealgebilde entsprechend d. h. absolut ohne Einheilungsfehler herzustellen, aber es ist mit allmälig fortschreitender Annäherung und zwar durch besondere von der Gedankenarbeit ersonnene Prüfungsoperationen des Erscheinens dieses körperlichen Gebildes im Bewusstsein möglich, seine fehlerhaften Abweichungen von dem Idealgebilde zu constatiren und, wie man sagt, in Rechnung zu bringen.

Die zahlreichen hoch entwickelten Messungsapparate, deren einfachste Grundform der lineare Maassstab darstellt, werden nun in den exacten Wissenschaften gewissermaassen als Sicherheitsgeleit der Sinneswahrnehmungen so angewendet, dass keine Erscheinung, welche als Material exacter Gedankenentwickelungen dienen soll, ohne die

Begleitung der Wahrnehmung eines Maassgebildes oder eines Zählungsgebildes in das Bewusstsein treten darf.

Und durch dieses Verfahren wird insbesondere der sogenannten subjectiven Willkür, d. h. der Vorliebe für fertige von neuen Erfahrungen gern unbeirrt gehaltene Theorien ein Damm vorgeschoben. Gröbere Trübungen der Sinneserscheinungen oder der so genannten Erfahrung zu Gunsten einer vorzeitigen und eingebildeten Harmonie der seelischen Gebilde sind fortan auf diesem Gebiet nicht mehr möglich, und nun ergibt sich in immer reicherer Vervielfachung die wunderbare Uebereinstimmung der aus geschärfter und gesicherter Erfahrung gewonnenen, durch ihre Verbindung mit Maassgebilden sofort auch formen- und zahlenmässig verwendbar gemachten Erscheinungen mit den an der Hand der Mathematik immer höher und feiner ausgeführten Schlussbauwerken der seelischen Welt.

Auf solche Weise ist z. B. die Astronomie zu einer Wissenschaft geworden, welche dem menschlichen Geiste am frühesten die vorhin geschilderten Wohlgefühle der prophetischen Uebereinstimmung der Gesetze unseres Denkens mit der Entwickelung der Vorgänge der Aussenwelt bereitet hat, und welche noch gegenwärtig die vollkommensten Beispiele dafür liefert.

Dennoch aber ist die Wissenschaft sich bewusst, dass auch die gegenwärtigen Lehren der Astronomie absolute Wahrheit nicht gewähren können, d. h. es ist keine Bürgschaft dafür vorhanden, dass nicht im weiteren Verlaufe der Jahrhunderte und Jahrtausende die fortgesetzten und verfeinerten Wahrnehmungen noch Thatsachen zum Bewusstsein der in der Gleichheit dieser Erkenntnissprocesse aufs Schönste und Sicherste verbundenen Menschheit bringen werden, welche eine vielleicht auch für die Erklärung der irdischen Erscheinungen bedeutsame Erweiterung, Vertiefung und formelle Umbildung der gegenwärtig angenommenen Gesetze der Bewegungen im Himmelsraume verlangen werden, indem sie mit der Zeit zu so wiederholtenmalen und mit solcher durch Summation der Wirkungen erzeugten Intensität mit den vorhandenen grossen Theorien dissoniren werden, bis der angeborene Drang der Organismen die zum neuen Gleichgewichte erforderlichen neuen Anordnungen der Gedanken hervorrufen wird.

Auf die blosse Lehre von der Drehung der Erde und ihrer Bewegung um die Sonne, abgesehen von allen Besonderheiten dieser Bewegungsformen, wird allerdings keinerlei Umbildung solcher Art mehr zurückgehen, denn jene Lehre ist eine Grundlehre geworden von einem Grade der Uebereinstimmung mit zahllosen Thatsachen, wie er höher nicht gedacht werden kann.

Indem ich mir vorbehalte, auf die Schätzungen des Grades solcher Uebereinstimmungen zurückzukommen, hebe ich noch Folgendes betreffs der möglichen Umbildungen der gegenwärtigen astronomischen Lehren hervor:

Bis jetzt hat sich stets gezeigt, dass, wenn auf irgend einem Punkte der gewissenhaftesten Wahrnehmung Abweichungen von den theoretischen Folgerungen der Copernicanischen und Newtonschen Lehre auftraten, die weiteren Verfolgungen des Unterschiedes nur zu solchen Bereicherungen des Gedankenbildes oder der Theorie geführt haben, welche sich sogar als tiefere Folgerungen aus den Grundannahmen derselben, zu welchen man nur bisher noch nicht vorgeschritten war, ergaben und somit die Grundlagen des ganzen Gebäudes in entzückender Weise bestätigten.

Mit solchen Prüfungen aber ist die Astronomie unablässig beschäftigt und hierin beruht die Bedeutung der stetigen und gewissenhaften Arbeit, mit der sie dasjenige, was sie im Himmelsraum erblickt, unablässig erneuerter Messung unterwirft.

Und diese unablässige astronomische Arbeit rechnender und messender Prüfung ist für die Gesammtheit der menschlichen Erkenntnissarbeit von grösster Bedeutung geworden, auch für die Ergründung des Allernächsten, z. B. der Gesetze unseres eigenen Organismus.

Auch die nach der Methode der sogenannten exacten Wissenschaften fixirten Erscheinungen aus der Aussenwelt sind nämlich sowohl in Folge der unvermeidlichen Unvollkommenheiten der materiellen Darstellung der Maassgebilde als in Folge der Schwierigkeiten, welche das Nebeneinander oder Nacheinander des Erscheinens der Maassgebilde und der unserer Erkenntnissarbeit zu unterwerfenden, ihrem inneren Gefüge nach unbekannten Wirkungen der Vorgänge der Aussenwelt in den Sinnen und im Bewusstsein bedingt, mit Trübungen der reinstmöglichen Formen behaftet, die wir

Messungsfehler nennen, und ebenso treten in der jedesmaligen rein seelischen Entwickelung sogar der mathematischen Gebilde, welche mit den Sinneserscheinungen zusammengehalten werden sollen, leicht gewisse Störungen ein, die wir als Schluss- und Rechnungsfehler bezeichnen.

Gewisse feine Unterschiede der Sinneserscheinungen im Bewusstsein und ihrer sonst höchstbewährten theoretischen Aequivalente werden daher gerade unter den exactesten Bedingungen bei gewissenhafter Prüfung immer und immer zu bemerken sein, und wir würden überhaupt niemals zu dem Frohgefühle einer Uebereinstimmung der Entwickelung von Gedankengebilden mit dem Verlaufe der Sinneswahrnehmungen gelangen, wenn wir nicht durch irgend ein theoretisches Verfahren von möglichst allgemeingültiger Strenge der Form über jene kleinsten Störungen, die viel mehr in der Nähe und in uns selbst, als in den grossen Naturerscheinungen liegen, irgend eine Beruhigung gewännen.

Alle jene kleinen Dissonanzen, deren Erscheinen wir zufällige Beobachtungsfehler und zufällige Schluss- oder Rechenfehler nennen, werden daher jetzt nach einer Lehre, die sich seit dem Ende des 17. Jahrhunderts allmälig zu einer sehr bedeutsamen mathematischen Theorie entwickelt hat, und die nicht nur die erforderliche Beruhigung in kritisch wohlbegrenzter Form, sondern zugleich die Mittel zu einer gewissen Berücksichtigung jener kleinen Anomalien in der Erkenntnissarbeit gewährt, folgendermaassen behandelt:

Jene unvermeidlichen Fehler, in Gemeinschaft mit zahlreichen, bereits erwähnten undurchsichtigen Störungen, welche die Wirkungen der Vorgänge der Aussenwelt, noch bevor sie in die Sinne gelangen, durch ihre Vermischungen erfahren können, gelten zuerst nach einem höchst vortheilhaften Näherungsverfahren als Erscheinungen von idealer Zufälligkeit d. h. von gänzlicher Undurchsichtigkeit und Undarstellbarkeit für einfache Theorien, gewissermaassen als diejenigen dem äussersten Ende einer langen Reihe von Abstufungen angehörenden Erscheinungen, die das Extrem der Vermischung und Trübung von Bewegungen beliebig kleinsten Gefüges, beliebig schnellen Ablaufes und geringstmöglicher Beziehungen zu einander darstellen. Den Anfang einer solchen Reihe würden etwa

die elementarsten Gebilde von fast idealer Einfachheit des Gefüges einnehmen, während vom Anfang nach dem Ende der Reihe hin Erscheinungen von immer mehr zunehmender Verwickelung zu setzen wären, deren theoretische Behandlung jedesmal am günstigsten von demjenigen Ende der Reihe ausgehen würde, dem sie näher stehen.

Auf die Beurtheilung des jedesmaligen Zusammentreffens und Eintreffens der ungefügigsten im Einzelnen ganz unberechenbaren Erscheinungselemente wird alsdann die Theorie des absoluten Zufalls oder die Wahrscheinlichkeitslehre angewandt.

Während der gewöhnliche Sprachgebrauch mit fast unmerklichem Uebergange zum Wahrheitsbegriff und ohne genauere Maassbestimmung mit Wahrscheinlichkeit schlechtweg den Grad des erfahrungs- oder neigungsgemässen Vertrauens bezeichnet, den man zu der vergangenen oder zukünftigen Uebereinstimmung eines Gedankengebildes mit dem Eintritt und wirklichen Verlauf der von demselben nach- oder vorgebildeten Sinneserscheinung oder gar der die letztere veranlassenden Vorgänge der Aussenwelt hat, ist die wissenschaftliche Maassbestimmung der Wahrscheinlichkeit unmittelbar nur für die mathematische Theorie des blos erdachten, nirgends in völliger Reinheit verwirklichten Zufallsspieles d. h. eines gänzlich ohne Beziehungen gegenseitiger Einwirkung bestehenden Nebeneinander ganz idealer, blos zahlenmässig angenommener Erscheinungselemente geprägt. Hier ist die Wahrscheinlichkeit einer zahlenmässigen Erscheinungsform nichts anderes, als das Zahlenverhältniss, welches die innerhalb gewisser Bedingungen zu erwartende Anzahl der Fälle, in denen eine bestimmte Gruppirung der idealen Erscheinungselemente eintritt, zu der Anzahl aller innerhalb der Grenzen der bezüglichen Gesammtheit der Gedankengebilde überhaupt denkbaren Fälle der Gruppirung hat.

Diese scheinbar müssige Theorie ist aber zu einem höchst förderlichen, fast exacten Abwägungsmittel für alle diejenigen Erscheinungen geworden, welche nach der Art ihres Erscheinens im Bewusstsein der absoluten Regellosigkeit, also dem Zufall näher stehend anzunehmen sind als der einfachen Gesetzlichkeit.

Gruppirt man nämlich die Abweichungen, welche zwischen einer Theorie und den Resultaten der Bemessung der von ihr darzustellen-

den Phänomene gefunden werden, nach der Grösse ihrer Zahlenwerthe in gewisse Schichtungen, so ergiebt eine Abwägung dieser Schichtungen gegen die aus unserer Hülfstheorie — für absolut zufällige Gruppirungen von einfachsten Elementen, gewissermassen von Erscheinungsatomen — innerhalb entsprechender Zahlengrenzen abgeleiteten Schichtungen deutlich und zahlenmässig die grössere oder geringere Sicherheit, mit welcher man die bezüglichen Theorieen als zur Zeit erschöpfende betrachten, nämlich annehmen kann, dass die gefundenen Unterscheide zwischen Theorie und Erfahrung nur sogenannten zufälligen Charakters, d. h. von einer gesetzmässigen Darstellbarkeit durch eine Vervollständigung der Theorie weit entfernt, und somit zur Zeit bei Seite zu lassen seien.

Aus den Principien dieses echt kritischen Verfahrens, welches in der Bestimmung der sogenannten wahrscheinlichen Fehler bequeme Schätzungsausdrücke für den Genauigkeitsgrad eines Rechnungs- oder Messungsverfahrens gewinnt, geht zugleich eine Methode zur jedesmaligen Ableitung derjenigen Messungsresultate hervor, die von den Fehlererscheinungen am wenigsten getrübt sind. — Hiernach werden die sogenannten wahrscheinlichsten Maassbestimmungen der Erscheinungen gewonnen, und die Theorie wird um so wahrscheinlicher, d. h. um so erschöpfender und der Uebereinstimmung mit Vergangenheit und Zukunft sicherer, je sorgfältiger auf obigem Wege die ihr zu Grunde liegenden Maassbestimmungen der Erscheinungen gereinigt sind, und je mehr bei ihrer öfteren und umfassenderen Vergleichung mit neuen Erfahrungen die übrig bleibenden noch unerklärten Unterschiede zwischen der Vorausberechnung und der neuen Messung — durch die Aehnlichkeit ihrer Erscheinungsart mit den Idealgebilden der von der mathematischen Wahrscheinlichkeitslehre beherrschten Welt des absoluten Zufalls — sich nur als fernabliegende leiseste Wirkungen mikrokosmischen Lebens, ohne merkliche Trübung der grossen Linien des gesetzlichen Baus der Theorieen kennzeichnen.

Hierbei ist dann ferner eine wesentliche Vorschrift, dass diese kritischen Abwägungen niemals durch mühelose und irgendwie willkürliche Prüfungsprocesse gewonnen werden dürfen, sondern dass man jedesmal, wenigstens bei jedem methodisch wichtigeren Erkennt-

nissprocesse eine so grosse Anzahl von Einzelfällen in Betracht ziehen muss, als die Theorie in Uebereinstimmung mit der Erfahrung fordert, um einer gewissen Reinheit des Abwägungsresultates sicher zu sein. —

Wenn man mit aller Strenge verfährt, wird schliesslich auf mannigfaltige Weise hypothetisch untersucht, ob sich nicht doch etwa in den kleinen Schwankungen der Differenzen von Theorie und Erfahrung Spuren von neuen gesetzmässigen Gebilden nachweisen lassen, und ob wirklich die gesammte Erscheinungsgruppe der vermeintlichen Fehler ausschliesslich nach den Gesetzen des idealen Zufalsspieles zahlenmässig geordnet und bei Seite gelegt werden darf, bis dass vielleicht, wenn die Schärfe der Wahrnehmungen der feinsten Erscheinungen im Bewusstsein steigt und steigt und dieselben deutlicher ihre Gipfel emporheben, auch in Erscheinungen solcher Art, die zur Zeit noch des für uns erkennbaren gesetzlich Gefüges im Einzelnen entbehren, Verwandtschaften mit Maassgebilden des Raumes oder der Zeit sich offenbaren werden.

Alsdann würde unsere gegenwärtige vollkommen offene und gewissenhafte Behandlung dieser Erscheinungen es ermöglichen, Jahrhunderte oder Jahrtausende zurückgreifend in den sorglich aufbewahrten und geordneten Schätzen von früher beobachteten Fehlererscheinungen eine bedeutsame Fundgrube für die Verstärkung der später erlangten Kenntniss auch dieser Erscheinungen zu finden.

Aus allen diesen Gründen variirt und vervielfältigt die feinere Beobachtungs- und Rechnungskunst unablässig ihre Messungen und Rechnungen, und sie hat, abgesehen von vielen sinnreichen Entdeckungen in der Aussenwelt und den dadurch erlangten Vervollständigungen und Sicherungen der Gedankengebilde, viele erfreuliche Fälle zu melden, in denen sich bereits aus dem Gefüge der Fehlererscheinungen erkennbare Gruppen von kleinsten Wirkungen hervorgehoben haben, welche z. B. für das Verständniss der Functionen unserer Sinne und sogar der Erscheinungen im Bewusstsein von erheblicher Bedeutung geworden sind und grosse Reihen physiologischer Untersuchungen angeregt haben.

Ich erwähne beispielsweise nur, dass in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts der Astronom zu Greenwich einen Assistenten

entliess, weil derselbe so eigenthümliche Beobachtungsfehler beging, dass er unbrauchbar erschien, dass aber schon wenige Jahrzehnte nachher in dieser Thatsache nur ein einzelner Fall der seitdem immer tiefer erforschten sogenannten persönlichen Fehler der Wahrnehmungen zu Tage getreten war, welche gegenwärtig bei allen feineren Untersuchungen berücksichtigt werden und für die Deutung und Sicherung der menschlichen Wahrnehmungen überhaupt auf allen Gebieten der Erscheinung von Erheblichkeit geworden sind.

Man darf sich jedoch von allen diesen Fehlererscheinungen keineswegs die Vorstellung machen, dass dieselben den methodischen Process der Vergleichung von Theorie und Erfahrung in der Astronomie, wenigstens was die Grundlagen der Copernicanischen und Newtonschen Lehre betrifft, in irgend gröberer Weise mit Unsicherheiten behaften, vielmehr sind auf diesem Gebiete die Schwankungen der Umrisse sowohl der Sinneserscheinungen als der Gedankengebilde, wie sie durch die Fehlererscheinungen hervorgebracht werden, im Verhältnisse zu den grossen Linien insbesondere der theoretischen Gebilde höchstens so zu betrachten, wie das Wallen und Zittern der Umrisse eines, seinen wesentlichen Besonderheiten nach deutlich erkennbaren Gegenstandes, wenn zwischen demselben und dem Beobachter an einem heissen Sommertage von dem erwärmten Erdboden heisse Luftströme aufsteigen. Der eigentliche Kern der Copernicanischen Lehre wird auch nicht entfernt mehr von diesen Unsicherheiten irgendwie erreicht, und selbst nach der zahlenmässigen Sprache der mathematischen Lehre von der Wahrscheinlichkeit ist die Wahrscheinlichkeit, dass alle diejenigen Erscheinungen, in welchen wir die Bewegung der Erde um die Sonne gewissermassen greifbar sehen können, sämmtlich jedesmal durch unberechenbare Zufälligkeiten hervorgebracht oder durch eine Theorie von fundamentaler Verschiedenheit gegen die Copernicanische Lehre erklärt werden könnten, eine zu geringe um selbst für unser Denken erfassbar zu sein, so dass es eine Thorheit seine würde, wenn die Astronomen diesem fast absoluten Minimum von Zweifel hinfort noch irgend einen Einfluss in ihrem vernünftigen Denken und Thun einräumen wollten.

Von der Fülle der Zeugnisse, welche jeder beobachtende Astro-

nom für die Lehre von der Bewegung der Erde um die Sonne und für alle Einzelnheiten der unendlich verzweigten Folgerungen, die daraus hervorgehen, empfängt, von den unablässigen und stetigen Arbeiten, in welchen von zahlreichen voll Einklang wirkenden Sternwarten der Erde constatirt wird, wie die wahren und scheinbaren Bewegungen der Himmelslichter am Firmamente tagtäglich alles dasjenige bestätigen, was die Rechnung verspricht, davon haben nur wenige ausserhalb der astronomischen Arbeit Stehende irgend eine Vorstellung.

Bei jedem Stern, dessen Bild vor den Augen des Beobachters von dem Spinnfadennetze des von der Drehung der Erde unablässig an den Sternen vorübergeführten Meridianfernrohres getroffen wird, ergiebt sich augenblicklich eine der zahllosen Besiegelungen unserer Grundlehre, denn für jeden dieser Sterne ist die Verspätung oder Verfrühung dieses Meridiandurchganges auf der Grundlage der Lehre von der Bewegung der Erde vorausberechenbar und deutlich messbar.

Können wir doch alljährlich an Sternen der verschiedensten Gegenden des Himmels unmittelbar das Bild wahrnehmen, unter welchem von dort aus die jährliche Bahn erscheint, welche die Erde um die Sonne beschreibt.

Kurz die ganze astronomische Wissenschaft ist in allem ihrem Thun und Treiben von den Consequenzen der Lehre von der Bewegung der Erde so vollständig durchdrungen, und in jedem Augenblicke ihrer Wirksamkeit von den Bewährungen derselben so sehr getragen, dass für Jeden, der sich die Mühe geben will, von diesem bereits hoch verfeinerten Systeme täglicher und stündlicher Prophezeiungen und ihrer Bestätigungen durch die Erscheinungen Kenntniss zu nehmen, keine Spur von Zweifel bestehen bleiben kann, dass hier eine tiefe Identität der Grundlagen der Theorie mit höchst wesentlichen Elementen der Vorgänge der Aussenwelt erreicht ist.

Häufig wurde sonst auch der Einwurf gehört, dass, wenn früher einmal grosse Köpfe wie Ptolemaeus und Tycho von Brahe andere systematische Darstellungen für die Bewegungserscheinungen am Himmel ersonnen hätten, die ja auch von zahlreichen sachverständigen Männern für unumstösslich erachtet worden seien, man doch

bescheiden sein müsse und nicht auf die Unumstösslichkeit der gegenwärtigen Lehre pochen solle, denn vergänglich seien, geschichtlich nachweisbar, menschliche Illusionen dieser Art.

Auch dieser Entwurf ist bei näherer Kenntnissnahme von der Entwickelung der astronomischen Theorieen haltlos.

Jeder nähere Einblick in die unvergänglichen Arbeiten eines Ptolemaeus und Tycho von Brahe ergiebt, dass bei beiden die Abneigung gegen die Lehre von der Bewegung der Erde und die Anhänglichkeit an den alten so innig an den Augenschein anknüpfenden Glauben von der Ruhe der Erde zwar ihre Arbeiten beeinflusst hat, dass aber der Kern der letzteren sich doch nach höherem Gesetze, als dem des persönlichen Meinens, völlig correct und unbefangen ganz im Sinne derselben Schlussfolgerungen entwickelt hat, auf welchen die neuere Astronomie beruht.

In den Theorieen von Ptolemaeus hatte, bevor die Mathematik selbst die Lehre von gewissen zusammengesetzten Bewegungen und beliebig krummlinigen Bahnen entwickelt hatte, die Lehre von der Ruhe der Erde, von der Bewegung aller Himmelskörper im Kreise und von den Bewegungen in Kreisen, deren Mittelpunkte selbst auf andern Kreislinien herumgeführt werden, nicht nur eine mathematisch bedeutsame Darstellung gefunden, sondern durch die Verbindung dieser Gedankenentwickelungen mit feinen Messungen der Erscheinungen waren auch bereits für die Bewegungen der Planeten ins Einzelne gehende Darstellungen gewonnen, welche die Lehre von der Bewegung der Erde schon fast ebenso deutlich enthalten, wie das grosse Werk des Copernicus; nur dass Ptolemaeus noch nicht im Stande war, die kühne und strenge Verallgemeinerung zu vollenden, zu welcher Copernicus den Muth hatte.

Ganz ähnlich mit Tycho von Brahe; und es ist somit dem tieferen Kenner dieser Entwickelung jede Spur von Widerstreit jener Theorieen verschwunden. — Ptolemaeus betont sogar ausdrücklich den provisorischen und unentwickelten Character seiner Hypothese.

Die sogenannten Systeme sind eben nichts anderes als Schulmeinungen, welche in den weiten Kreisen des Lebens als dasjenige Lehr- und Lernschema der weniger Kundigen dienten, in welchem grösseren Lebenskreisen neben der irrthümlichen dogmatischen Starr-

heit der Lehre immerhin nützliche Weisheit aus den technischen Arbeiten jener grossen Männer zugeführt wurde.

Innerhalb der wissenschaftlichen Arbeit ist schon von den Astronomen Chaldaeas an bis hinauf zu unseren Tagen ein stetiger Verlauf der fast ohne jeden Rückschlag wachsenden Erkenntniss ersichtlich.

Copernicus selbst hat dies auch in edler Wärme, im Gefühle brüderlichster Einheit mit allen den grossen Geistern, welche exact messend und mathematisch sinnend an dem grossen Werke mitgearbeitet haben, unumwunden anerkannt.

Vollkommen verständlich ist es dagegen, dass Unklarheiten über den Grad der Sicherheit selbst so wohlbegründeter naturwissenschaftlicher Lehren, wie die Copernicanische Lehre, sich leicht in die Seelen derer einschleichen können, welche nicht im Stande oder nicht Willens sind, an dem gewissenhaften, d. h. auf die leisesten Dissonanzen achtenden Processe der Prüfung unserer Theorieen sich zu betheiligen oder von dem dabei geübten Verfahren einen deutlichen Einblick zu gewinnen. Ohne den Einblick in den fachmässigen Prüfungsprocess naturwissenschaftlicher Wahrscheinlichkeiten kann in der That die Ueberzeugung von der Richtigkeit naturwissenschaftlicher Theorieen nur entweder auf dem Vertrauen, welches die unbedingte und ausnahmslose Uebereinstimmung der Ueberzeugungen aller auf jenen Gebieten verständnissvollen Geister erwecken muss, oder auf der Schätzung des Werthes und der zutreffenden Richtigkeit der zahlreichen Resultate beruhen, welche aus den Bezirken der strengeren Forschung als Wohlthaten in das tägliche Leben der Menschen schon in reichem Maasse übergegangen sind, z. B. auf der Wahrnehmung der Sicherheit, mit welcher die Astronomie auf Grund der Copernicanischen Lehre und ihrer sämmtlichen darauf erbauten Theorieen die Schiffe auf hohem Meere leitet.

Aber selbst Ueberzeugung und Wahrnehmungen letzterer Art halten oft nicht Stand gegen die wärmeren und tieferen Wirkungen von Ueberzeugungen auf anderen Gebieten menschlicher Geistesthätigkeit, wenn diese mit den sehr mittelbar abgeleiteten Beweggründen in Conflict gerathen, welche in der Regel, auch ohne dass

man tieferes Lernen oder Nachdenken darauf verwendet, zum Vertrauen auf die Resultate naturwissenschaftlicher Gedankenarbeit hinüberführen.

Es giebt eben Gebiete der menschlichen Seelenthätigkeit, — und hiermit lassen Sie mich zum Schlusse noch den Blick auf die Stellung der Naturwissenschaft zu andern Seiten der menschlichen Seelenthätigkeit richten, — es giebt Gebiete der menschlichen Seelenthätigkeit, welche ohne jegliche Forderung von Kenntniss oder umfassendem Nachdenken, und mit einer nicht blos den Kopf, sondern noch mehr den ganzen Menschen ergreifenden Intensität, durch den vollen und unbedingten Frieden im Bewusstsein, den sie wenigstens zeitweise gewähren, sowie durch die Vorempfindung einfachen und dauernden, von keinerlei zusammengesetzten Processen des Bewusstseins abhängigen Einklanges, die Menschen mächtig beherrschen.

Diese inneren Uebereinstimmungen verhalten sich gegenüber den naturwissenschaftlichen Wahrscheinlichkeiten der Uebereinstimmungen von Innen- und Aussengebilden, etwa wie die Empfindung der Wärme, welche uns als ein weiches Wohlgefühl rings umgiebt, zu den bestimmteren Erscheinungen des Lichtes, dem wir unsere Augen öffnen und direct zuwenden müssen.

Welchen Wesens sind nun aber methodisch betrachtet die Wahrheitsempfindungen dieses Gebietes, verglichen selbst mit den höchsten Wahrscheinlichkeiten der Naturforschung?

Einen Uebergang zur Beantwortung dieser Frage können uns diejenigen Gebiete menschlicher Gedankenarbeit gewähren, in welchen es sich um die Erkenntniss der Lebensthätigkeiten des Menschen selbst und des Wesens der von dem Zusammenwirken der Menschen geschaffenen Einrichtungen handelt, Gebiete der Forschung, deren gemeinsamen Boden in Zukunft die exacte Naturwissenschaft der Physiologie und die Erfahrungswissenschaften der Geschichte und Statistik bilden werden.

Die Processe der Erfahrung und die dadurch angeregten rein innerlichen Processe der mathematischen und logischen Gedankenentwickelung, sowie die gegenseitige Harmonisirung beider durch Vergleichung von Erfahrung und Theorie, und durch die Fortbildung der Theorie an der Hand der Erfahrung sind auf jenem Gebiete

sehr nahe verwandt mit den von mir geschilderten rein naturwissenschaftlichen Erkenntnissprocessen. Aber die Aufgaben sind auf dem Gebiete der Erkenntniss des Menschen viel schwieriger als bei der auf die aussermenschliche Welt gerichteten Forschung, viel weniger der exacten Behandlung fähig, und in Folge dessen werden zwar die älteren der bisherigen Resultate dieser Forschungsgebiete oft für absolute Wahrheiten gehalten, sind aber ebenfalls nur Wahrscheinlichkeitsresultate und zwar Wahrscheinlichkeitsresultate von meistens nicht sehr hohem und selten einigermassen bekannten Grade der Annäherung. —

Die logische Gedankenentwickelung dieser Erkenntnissgebiete ist dagegen meistens von grösserer Vorsicht und grösserem Ernst als die Logik der Naturforscher, welche letztere häufig im Bewusstsein der tiefbewährten Sicherheit der exacten Methode auch losere Gedankenverbindungen in kühner und fruchtbarer Weise in den hochentwickelten Prüfungsprocess einsetzen dürfen.

Insbesondere streng und zusammenhängend sind wohl die Gedankenentwickelungen der reinen Jurisprudenz, einigermassen vergleichbar den in reinster Folgerichtigkeit entwickelten Gebilden der Mathematik, aber um die Uebereinstimmung selbst der strengsten Folgerungen mit der wirklichen Entwickelung der Erscheinungen der Aussenwelt, aus deren Erfahrungsgebieten die Grundlagen der logischen Entwickelungen hervorgegangen sind, und zu deren sicherem Verständniss und geordneter Leitung sie zurückkehren sollten, scheint es ausserhalb der exacten Wissenschaften ziemlich unsicher bestellt zu sein.

Bringt die kühnere Production von hypothetischen Gedankengebilden, welche der naturwissenschaftlichen Methode eigen ist, bei der Anwendung auf die Erkenntnissgebiete, in denen der Prüfungsprocess der Theorie an der Erfahrung — in Folge der Schwierigkeiten der Maassbestimmung und des experimentirenden Verfahrens in menschlichen Dingen — weniger streng entwickelt ist, neben hohen Wohlthaten auch merkliche Uebel hervor, so wirkt andrerseits die starre Logik ernsterer Ueberzeugung, welche in Folge der erwähnten Schwierigkeiten auf diesen Gebieten der kritischen Reinigung und Entwickelung an der Hand der Erfahrung weniger zugänglich ist, im Allgemeinen noch stärker schädigend auf das Er-

kennen der Menschen, so sehr sie auch das Handeln derselben im Einzelnen stetiger macht.

Glücklicherweise erfolgt im Grossen und Ganzen ein Zusammenwirken jener beiden verschiedenen Typen von Begabungen und entsprechenden Richtungen der Geistesthätigkeit nach einem höheren Gesetz, nach welchem die menschliche Gemeinschaft sich als Ganzes fast wie ein Organismus entwickelt.

Ein Beispiel empfindlichen Mangels an kritischer Erkenntniss, jedoch zugleich ein Beispiel, wie sich reine und ernste Formen gesetzmässigen inneren Bildens schützend und ausgleichend neben tiefe Unklarheiten in Betreff der Beziehungen zu der Aussenwelt stellen, bietet die Ethik. —

Meistens in scheinbar strenger Consequenz, aber von getrübten, noch nicht hinreichend kritisch behandelten Erfahrungsthatsachen ausgehend ist die Ethik zu der Folgerung gelangt, dass die menschliche Seele enthoben aus dem Zusammenhange der natürlichen Welt eine Quelle absoluter Willensentscheidung sei, die sogar dem Gesetz des ganzen Universums Trotz bieten könne.

Ueberall stösst dieser Gedanke mit der Aussenwelt und mit deren gesetzmässiger Nachbildung in der Seele zusammen, und doch ist man nur höchst selten dadurch veranlasst worden, eine exacte Kritik der zu Grunde liegenden Thatsachen und einen neuen reineren Aufbau der Folgerungen zu versuchen.

Die Idee der sittlichen Freiheit ist in uns als das Endresultat einer grossen Anzahl solcher seelischen Erfahrungen entstanden, bei welchen wir inne geworden sind, dass gerade die kräftigsten und beglückendsten Antriebe unseres Handelns nicht von der Aussenwelt oder von einzelnen veränderlichen Regungen unsers Organismus herrühren, sondern aus den unergründeten Tiefen der Seele stammen, nämlich aus der zeitlosen harmonischen Gedankenwelt, in welcher die veränderlichen äusseren Antriebe zu dauernderen und reineren Wirkungsquellen veredelt worden sind.

In dieser Begrenzung wird das Bild der sittlichen Freiheit in der Menschenseele eben so unvergänglich sein und eben so unberührt bleiben von allen weiter gehenden Zerlegungen unsers seelischen Wesens, wie der unmittelbare Eindruck der erhabenen Wöl-

bung des Firmaments trotz aller auflösenden Lehren der Astronomie in seiner ganzen feierlichen Schönheit unsern Sinnen geblieben ist.

Aber von einer absoluten Freiheit des Einzelwesens kann bei folgerichtig Denkenden nicht mehr die Rede sein. —

Je feiner und sicherer jene innere Bestimmbarkeit des Menschen durch höher entwickelte Erkenntniss der Welt oder höhere Uebereinstimmung gesetzmässig angeordneter Gedankengebilde mit gewissenhaft verfeinerter Erfahrung organisirt ist, desto freier in obigem Sinn, aber auch desto berechenbarer wird der Mensch, desto mehr wird sich sein Handeln als das Product von umfassenden und einfachen Gesetzen zeigen, welche die natürliche Entwickelung seines Innenlebens und die jedesmalige Hervorbildung ihrer Resultate im Bewusstsein zu Willensakten streng bestimmen, vergleichbar mit solchen Gesetzen, wie sie z. B. in den Bewegungen der Himmelslichter walten.

Auch auf ethischem Gebiete ist es die Fortdauer der in der Entwickelung menschlicher Weisheit einst so bedeutsamen Hinneigung zu dem Glanze des Absoluten, zu der Vornehmheit logischer Universalconstructionen, welche auch da Schwierigkeiten geschaffen hat, wo die schlichtere, begrenztere Arbeit der Naturforschung keine mehr findet, und welche die Entwickelung des wahrhaft Förderlichen, nämlich eines innerhalb bewusster Grenzen erfahrungsmässig geordneten Verständnisses und der dadurch zu gewinnenden Macht auch über die Erscheinungen des Menschenlebens gehemmt hat.

Geht man doch von jener Seite mitunter so weit, dass man den noch im Keimen begriffenen, aber im höchsten Grade verheissungsvollen Gedankenprocessen, mit welchen man endlich eine Nachbildung der natürlichen Entwickelung aller Organismen zu entwerfen und an immer reicher gesammelten Erscheinungen kritisch zu reifen begonnen hat, einen echt wissenschaftlichen Werth absprechen will, weil sie doch im besten Folle nur Einzelnes verknüpfen, aber das Erste und Letzte nicht erklären könnten. —

Nun, um das Erste und Letzte kümmert sich die gesammte Naturforschung überhaupt nicht mehr; sie weiss, wie oft solche ungemessene Ziele als fata morgana die Metaphysik tiefer in die Wüste gelockt haben. Dagegen ist ihr das geringste Fragment einer Theorie

werth und theuer, welches eine wohlbeobachtete Gruppe von Phänomenen in wohlverbundener geistiger Nachbildung folgerichtig darstellt, womöglich an Maassgebilde der Zeit und des Raumes, welche bereits von der Erkenntniss beherrscht werden, sicher anknüpft und überhaupt einen Weg zur ferneren geistigen Bemeisterung jener Erscheinungen in die Zukunft hinein eröffnet. Natürlich kann sie dies um so sicherer und weitreichender, je grösser die Strecke ist, bis zu welcher die Forschung in die Vergangenheit mit Erfolg zurückzugreifen vermocht hat. —

Die grossen Theorien der Astronomie galten bei ihrer Entdeckung den meisten Zeitgenossen als eben so lächerliche und öde Subtilitäten, wie — abgesehen von einzelnen mit Recht gerügten Unfertigkeiten in der Anwendung der Methode — gegenwärtig die Einzelheiten mancher neuen Lehren erscheinen mögen.

Die Astronomie hat sich zum Besten der Menschen an die praktische Verwerthung ihrer Bewegungstheorien gewagt, obgleich sie gar Nichts weiss über die ersten Impulse der Bewegungen, und obgleich sie das innere Wesen der nur in glücklichen mathematischen Bildern eingeführten sogenannten Kräfte, mit denen sie so kühn und erfolgreich operirt, noch gar nicht kennt.

In arbeitskräftigen Zusammenfassungen solcher Art glaubt die Naturforschung eine der wesentlichsten Bestimmungen des menschlichen Organismus zu grossen, ihr unbekannten Zielen innerhalb der gesammten Naturentwickelung zu erkennen, und die Dunkelheit der Ziele beunruhigt sie nicht, denn immer reicher umblüht zeigen sich schon die Wege zum Ziel von den tieferen Frohgefühlen der Menschennatur. —

Wo aber soll denn jene der Menschennatur ebenfalls eigene Sehnsucht nach dem Ersten und Letzten, wo soll jene mächtige Regung, welche die Menschheit zu den Anfängen alles methodischen Erkennens begeistert und diese Anfänge geleitet hat, wie die Mutter die Schritte des Kindes, wo soll sie sich bethätigen, wenn sie von den eigenen Kindern als eine Störerin der Arbeit aus dem Gebiet gesetzmässiger Erkenntniss verwiesen wird?

Ganz abgesehen davon, dass es auch künftig zwischen den einzelnen unverbundenen Arbeitsgebieten unablässig auszugleichen und

in hohem Sinne zu harmonisiren gilt, giebt es ein Gebiet der menschlichen Thätigkeit, auf welchem jene mächtige Sehnsucht stets willkommen ist, ein Gebiet, auf welches die Menschenseele schon in den frühsten Dämmerungen ihrer höheren Functionen vor den Räthseln der Naturerkenntniss und vor den sittlichen Conflicten geträumter Freiheit und harter Nothwendigkeit flüchtete, — das Gebiet der Kunst.

Und hiermit berühren wir wieder jene Seite menschlichen Bildens und Gestaltens, deren so erklärliche und doch so missverständliche Gegenwirkungen und Abneigungen gegen die Wahrscheinlichkeitsresultate der Naturforschung den Ausgangspunkt und bereits oben einen Haltepunkt unserer Darlegungen bildeten. —

In der bedrängenden Lage, in welcher sich schon in den ersten Anfängen der Erkenntnissentwickelung die menschliche Seele bei allen Dissonanzen zwischen leicht und harmonisch angeordneten Gedankengebilden und schwerwiegenden, ungefügigen Sinneserscheinungen befand, hat schon in frühen Tagen des Menschengeschlechts die Seele einen ganz besonderen Weg eingeschlagen, um zu einer reinen Empfindung von Selbstgewissheit, von vollster Uebereinstimmung inneren Gestaltens mit Gebilden, die durch die Sinne zur Erscheinung kommen, zu gelangen, nämlich den Weg künstlerisch schaffenden Wirkens in der Aussenwelt selbst. Der Drang unseres Organismus, die Resultate der Sinneswahrnehmungen seelisch nachzubilden und in der ferneren dauernden Uebereinstimmung dieser seelischen Gebilde mit den immer neuen der Aussenwelt tiefen Frieden und höchsten Antrieb zu weiterer Erkenntniss zu empfinden, hat schon früh, bevor auf dem Wege mathematischen und logischen Denkens und exacter Aufnahme der Sinneserscheinungen ein methodisches Verfahren der Nachbildung der Erscheinungen entstehen konnte, dazu geführt, die Erscheinungen der Aussenwelt, nachdem sie zu reineren Gebilden der Innenwelt geworden, wieder draussen nachzubilden, d. h. durch eine auf das Material und die Kräfte und Mittel der Aussenwelt gerichtete Thätigkeit gestaltend in derselben zu wirken und unmittelbare Rückwirkungen harmonischer Art aus derselben entstehen zu lassen.

Gewisse Kunstgebiete beschränkten sich hierbei wesentlich darauf, die Anschauungen der menschlichen Seele von der Lebenserscheinung ihresgleichen und den lebensvollen Beziehungen zwischen verwandten Organismen in herrlichen Nachbildungen menschlichen und verwandten Naturwesens darzustellen. Das im Einzelnen Unverstandene und rastlos Veränderliche dieses Erfahrungsgebietes wurde nicht erklärt, aber verklärt in Gestaltungen, welche das Tiefe und Dauernde seiner seelischen Nachbildungen mit dem erfrischenden Scheine selbständigen Aussenlebens umkleidet immer aufs Neue durch die Sinne dem Innern zuführten und somit unerschöpfliche Uebereinstimmungen sinnlichen und seelischen Erscheinens im Bewusstsein erklingen liessen.

Die Tonkunst und die rednerischen Künste in Wort und Schrift sind noch weiter gegangen, indem sie sich auch an Nachbildungen unbestimmterer seelischer Erscheinungen, indem die Poesie in ihren profanen und religiösen Formen sich sogar an die Darstellung des inneren Wesens und Lebens der regierenden Kräfte der Natur und des tieferen Sinnes des ganzen Weltalls wagte.

Während man Anfangs das Unverstandene in der Natur als Ausfluss willkürlich wirkender Kräfte und somit unter dem Bilde von Persönlichkeiten darstellte, weil die im Bewusstsein des Menschen früh geträumte Selbstbestimmung ein geeignetes Bild für die Räthsel der unerkannten Ursachen mächtiger Naturwirkungen gab, ist man mit der Zeit, je reicher die Anschauungen naturwissenschaftlicher Erkenntniss wurden, immer weiter in den bildnerischen Verallgemeinerungen poetischer Naturphilosophie fortgeschritten, weit über das schönste Bild hinaus, welches sich der Mensch von dem völlig unbekannten Wesen des ganzen Weltalls und seiner unendlichen Fernen des Raumes und der Zeit zu machen vermag, indem er dasselbe mit dem einen grossen Idealbilde seiner eigenen Natur erfüllt und seine Beziehungen zu demselben unter dem Bilde der innigsten Totalempfindungen des menschlichen Organismus, nämlich der Familienempfindungen, zu regeln sucht. Man hat geglaubt, auch diese erhabene Idee, deren Wahrheit und Schönheit unserem ganzen Wesen und der Tiefe der Uebereinstimmung unseres seelischen Bildens mit den Grundgesetzen der Natur entsprechender sein dürfte, als viele

andere Abstractionen dieses Gebietes, ersetzen zu können durch eine Art von naturwissenschaftlicher Poesie mit dunklen cosmogonischen Accorden, pantheistischen Unendlichkeitsklängen und ähnlichem öden Beiwerke.

Es ist erfahrungsmässig, dass letztere naturphilosophische Gebilde, obgleich auch sie als Hypothesenquellen ihre nützliche Bedeutung in der Gesammtentwickelung der Naturerkenntniss haben, die Reinheit gesetzmässiger Gedankenarbeit leicht trüben, indem sie den naturwissenschaftlichen Meinungen einen wärmeren und subjectiveren Character geben, als für ihre unbedingte Entwickelungsfähigkeit wünschenswerth ist, während sie dagegen vom Gesichtspunkte der Schönheit des künstlerischen Bildens weit hinter den innigen und einfachen Gebilden rein menschlicher Poesie zurückstehen.

Die Frage, ob auf diesen Gebieten seelischer Thätigkeit absolute Wahrheit zu finden sei, bedarf sie noch einer ausdrücklichen Antwort? Wir nennen die dunkel empfundene Annäherung an die Wahrheit oder an die volle Uebereinstimmung der Darstellungen in der Aussenwelt und der Vorstellungen in der Innenwelt in diesen Sphären seelischen Bildens im höchsten Sinne „Schönheit.“ Die Schöpfungen der menschlichen Seele auf diesem Gebiete sind auch grosse Naturphänomene. Sie sind auch für die Erkenntniss der gesammten Natur und ihrer Gesetze von Wichtigkeit und von um so grösserer, je umfassender und dauernder sie dem Bestreben der Menschen, schon harmonisirte Sinneseindrücke zu empfangen oder gar mit einer von selbstgeschaffenen Gebilden ganz erfüllten Aussenwelt in Frieden zu sein, ein wirkliches Genüge schaffen, je reicher, mächtiger und umfassender also die seelischen Kräfte gewesen sind, welche jene gemeinsamen Nachbildungen der Regungen der Innenwelt hingestellt haben.

Sie sind um so hinfälliger, werthloser, aber gerade der einzelnen Seele gefährlicher, je ärmer und enger die Seelen waren, welche sie etwa in müssigem Spiel, kleinlich berechnender Absicht oder fanatischem Eigensinn als dem Menschen schmeichelnde Zerrbilder der grossen reinen Natur hinstellen. —

Wer die völlig gesicherte Vereinbarkeit der Empfindungen

echter Schönheit mit der exacten Bewusstwerdung allmäliger immer wahrscheinlicher werdender Annäherungen an die Wahrheit nicht zugiebt und sich auf eines dieser Gebiete einschränkt, mag darin den besonderen Gesetzen seiner Seele folgen; doch darf man nicht meinen, dass sich die leicht bei einander wohnenden Gebilde poetischer Weltanschauung auch jemals dauernd an die Stelle der Resultate der edlen Arbeit setzen können, die unser Verhältniss zur Aussenwelt systematisch entwickelt und dieselbe systematisch bemeistert.

Auch die Welt der Schönheit verlangt zum Blühen den Boden, welchen allein die harte exacte Arbeit der Seele ohne Rücksicht auf unmittelbares und augenblickliches Wohlgefallen für das äussere und innere Gedeihen menschlicher Cultur bereitet, und jede zu Gunsten des Schönen verlangte öffentliche Einschränkung oder Verletzung des unüberwindlichen Dranges der meisten Menschen nach dem Wahren rächt sich auf die Dauer als eine Erziehung zu Niedrigkeit und Unwahrheit. —



Weimar. — Hof-Buchdruckerei.